

Digitaalinen maalaaminen

Tekninen näkökulma digitaaliseen
taiteeseen

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Mediatekniikan koulutusohjelma
Tekninen visualisointi
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Riina Pietilä

Lahden ammattikorkeakoulu
Mediatekniikan koulutusohjelma

PIETILÄ, RIINA:

Digitaalinen maalaaminen
Tekninen näkökulma digitaaliseen
taiteeseen

Teknisen visualisoinnin opinnäytetyö, 73 sivua, 6 liitesivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä käsitellään digitaalisen maalaamisen eri ominaisuuksia teknisemmästä näkökulmasta niin käytettävien ohjelmien, maalaustekniikoiden kuin laitteiden osalta. Työssä käsitellään myös hieman digitaalisen taiteen historiaa sekä pikseleitä ja niiden osuutta kuvanmuodostamisen, koska kaikki digitaaliset maalaukset tuotetaan niiden avulla.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, millaisia digitaalisia maalauslaitteita voidaan hyödyntää taiteen tuotossa ja millaisilla toimintaperiaatteilla sekä teknologioilla kyseiset laitteet toimivat. Lisäksi opinnäytetyössä käsitellään viittä erilaista maalausohjelmaa: kahta ilmaista ja kolmea maksullista. Ohjelmien välillä vertaillaan niiden painopisteen vaikutusta valintaan, sillä osa ohjelmista on suunniteltu eritoten digitaalista maalaamista ajatellen. Opinnäytetyössä käydään myös läpi muutamia digitaalisen maalaamisen tekniikoita ja niiden käyttötarkoituksia. Perinteisten maalausohjelmien ohella tarkastellaan interaktiivista digitaalista maalausta ja sen ominaisuuksia.

Opinnäytetyö sisältää case-osion, jossa maalataan muutamia kuvia hyödyntäen työssä mainittuja maalaustekniikoita ja -ohjelmia. Töiden tarkoitus on paremmin havainnollistaa maalausprosesseja ja käytettävien työkalujen merkitystä.

Asiasanat: piirtonäytöt, piirtopöydät, maalausohjelmat, interaktiivinen maalaus, maalaustekniikat, VR-järjestelmät

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Media Technology

PIETILÄ, RIINA:

Digital Painting
The Technical Aspect of Digital Art

Bachelor's Thesis in Technical Visualization, 73 pages, 6 pages of
appendices

Spring 2017

ABSTRACT

This thesis deals with different aspects of digital painting such as painting programs, painting techniques, and painting devices, from a technical point of view. Additionally, the thesis discusses pixels and their part in forming a picture since all digital paintings are generated by them. Furthermore, the thesis covers some of the history of digital painting.

The purpose of the thesis is to examine digital painting devices that can be exploited in the production of art, and the principles and technologies they use to function. In addition, the thesis covers five different painting programs, two of which are free, whereas the other three are charged for. The point of focus differs between the programs as the thesis compares their most significant aspects concerning digital drawing in an attempt to facilitate decision making for the user, since some of the programs are designed especially for digital painting. Moreover, the thesis reviews a few painting techniques and their uses in digital art. Along with the more traditional digital painting programs, the thesis deals with interactive digital painting and its features.

To provide pragmatic examples, the thesis includes a case section in which some of these painting techniques and programs are demonstrated. The purpose of these case paintings is to illustrate the painting processes and the usage of the various painting tools.

Key words: pen displays, pen tablets, painting programs, interactive painting, painting techniques, VR systems

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	DIGITAALINEN MAALAAMINEN	3
2.1	Esittely	3
2.2	Maalaustekniikat	6
2.2.1	Referenssikuvien käyttö	7
2.2.2	Luonnostelu ja suunnittelu	9
2.2.3	3D-mallit ja tekstuurimaalaus	10
2.2.4	Harmaasävykuvat, liukuvärit ja sekoitustilat	13
2.3	Siveltimet	14
3	MAALAUSOHJELMAT	18
3.1	Esittely	18
3.2	Adobe Photoshop CC 2017	19
3.3	Corel Painter 2017	22
3.4	GIMP 2.8	26
3.5	Krita	27
3.6	Tilt Brush	29
3.7	Interaktiiviset maalausohjelmat	32
4	LAITTEET	36
4.1	Piirtopöydät ja stylukset	36
4.2	Piirtopöytien teknologia	39
4.2.1	EMR-teknologia	40
4.2.2	Sähkömagnetismi, sähköstaattisuus ja muut teknologiat	41
4.3	Piirtonäytöt	42
4.4	Virtuaalitodellisuusjärjestelmät	45
4.5	Muut digitaaliset maalaus- ja piirtolaitteet	50
4.5.1	Älykynät	50
4.5.2	Resistiiviset ja kapasitiiviset näytöt	52
5	CASE	54
5.1	Tavoite	54
5.2	Corel Painter 2017	54
5.3	Tilt Brush	56
5.4	Krita	58

6	YHTEENVETO	60
	LÄHTEET	61
	LIITTEET	74

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö keskittyy digitaalisen maalaamisen teknisempään puoleen niin ohjelmien kuin laitteiden osalta. Työn aikomuksena on selvittää, millaisia laitteita digitaaliseen maalaamiseen on tarjolla ja miten ne toimivat, millaisia maalausohjelmia ja -sovelluksia on kehitetty, ja perehdytään siihen, mitä pikselien avulla luodut digitaaliset maalaukset ovat. Maalausohjelmien ja -laitteiden lisäksi tarkastellaan muutamia maalaustekniikoita ja niiden käyttötarkoituksia sekä käsitellään tarkemmin siveltimien merkitystä maalaamisessa. Opinnäyteyössä käsitellään tarkemmin kahta digitaaliseen maalaamiseen erikoistunutta ohjelmia: Krita ja Corel Painter.

Digitaalinen maalaaminen on yhä suositumpi taiteenmuoto, sillä teknologian kehitys on taannut sen, että lähes jokaisella digitaalisesta maalaamisesta kiinnostuneella on varaa ja mahdollisuus hankkia itselleen sopiva maalauslaite. Laaja valikoima tarjoaa erilaisiin tilanteisiin ja käyttötarkoituksiin soveltuvia välineitä, kuten tavallisimmin käytettyjä piirtopöytiä ja -näyttöjä. Niiden lisäksi on olemassa myös hieman epätavallisia maalaus- ja piirtolaitteita, kuten virtuaalitodellisuusjärjestelmiä. Laitteiden koko, toiminnallisuus sekä hinta vaihtelevat paljon eri merkkien ja mallien välillä, sillä osa tuotteista on suunniteltu harrastelijoille, kun taas osa on valmistettu ammattilaisten käyttöön, jotka hyödyntävät digitaalista maalausta osana työtään muun muassa animaatioelokuvien suunnittelussa.

Valinnanvaraa on myös maalausohjelmissa, joita saadaan joko ilmaisina tai maksullisina. Maksulliset maalausohjelmat ovat paljon laajempia kokonaisuuksia verrattuna ilmaisohjelmiin ja ne tarjoavat paljon enemmän kuvankäsittelyominaisuuksia sekä työkaluja maalausten työstämiseen.

Vaikka ilmaisohjelmat ovatkin yleensä suppeampia tarjonnaltaan, niillä on silti mahdollista tuottaa hienoja digitaalisia taideteoksia. Perinteisten maalausohjelmien ohelle on lisäksi tuotettu erilaisia interaktiivisia ohjelmia ja sovelluksia, joiden avulla samalle virtuaalikanvaasille voidaan maalata samanaikaisesti yhdessä muiden kanssa. Maalausohjelmien monipuolisuuden ansiosta jokaisella on mahdollisuus valita itselleen sopiva ohjelma,

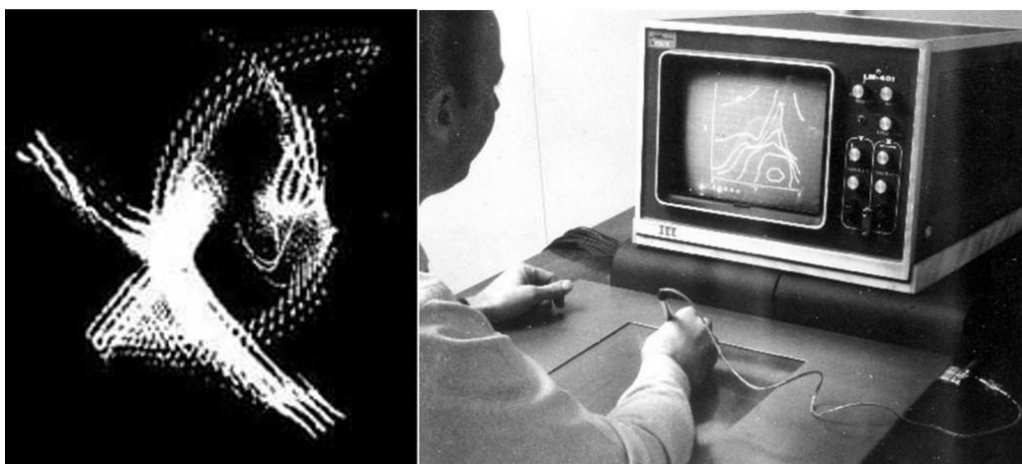
sillä maalaajan tarve ja maalaustottumukset ratkaisevat, mikä ohjelma on paras.

Vaikka digitaalisuus on helpottanut uskomattoman paljon maalauksien tekoa ja avannut uusia lähestymistapoja taiteen tuottamiseen, yksi sen huonoista puolista on maalauslaitteiden ja -ohjelmien laitevaatimukset. Jotkin ohjelmat ja laitteet vaativat tietokoneelta muun muassa tehokasta grafiikkaprosessoria (GPU), tietokoneen prosessoria (CPU) ja riittävästi RAM-muistia (random access memory) toimiakseen oikein. Lisäksi tietyt toiminnot ja ominaisuudet vaativat erillistä tukea tietokoneelta, kuten 10-bittistä kuvaa tukevan näytönohjaimen. Suurin osa nykyaikaisista tietokoneista kuitenkin pystyy käyttämään ongelmitta lähes kaikkia tarjolla olevia maalausohjelmia ja digitoivia laitteita.

2 DIGITAALINEN MAALAAMINEN

2.1 Esittely

Tietokoneiden avulla on ollut mahdollista valmistaa kuvia jo vuodesta 1950, jolloin tietokoneet ja digitoivat maalaus- ja piirtovälineet olivat vasta kehityksensä alkuvaiheessa. Kuvassa 1 on yksi ensimmäisistä tietokoneella valmistetuista kuvista ja RAND-piirtopöytä, joka on ollut aikoinaan käytetyin malli. Vasta 1990-luvulla digitaalinen maalaaminen on saanut kunnolla alkunsa Adoben sekä Corelin maalaus- ja piirto-ohjelmien tullessa markkinoille sekä tietokoneiden ja piirtopöytien yleistyessä arkikäytössä. Digitaalinen maalaaminen on yleistynyt viime vuosikymmenen aikana niin paljon, että tavallisten tietokoneiden, piirtonäyttöjen sekä -pöytien lisäksi maalauksia voidaan tehdä myös mobiililaitteilla, erilaisilla jäljentävillä kynillä ja alustoilla sekä muilla keinoilla. Yksi uusimmista ja erikoisimmista maalauslaitteista ovat virtuaalitodellisuusjärjestelmät, joiden avulla voidaan maalata staattista tai liikkuvaa kuvaa 3D-ympäristössä visiireihin kuuluvien ohjainten kanssa. (V&M: Victoria and Albert Museum 2017)

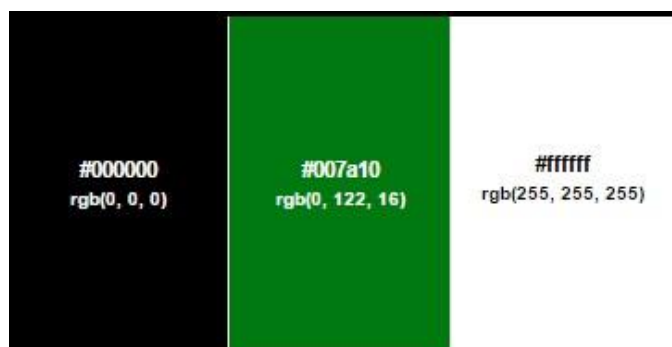


KUVA 1. Vasemmalla on tietokoneella manipuloitu kuva. (DAM: Digital Art Museum 2017). Oikealla on RAND-piirtopöytä vuodelta 1963 (Bonnington 2015.)

Digitaalinen maalaaminen on saanut nimensä maalaustavasta ja työkaluista, joilla kuvat tuotetaan. Kuvan luominen tapahtuu maalausohjelmassa hyödyntäen perinteiselle taiteelle ominaisia välineitä, kuten vesivärejä, hiili- ja lyijykyniä sekä öljyvärejä virtuaalisessa muodossa. Muussa tapauksessa digitaalisten kuvien valmistuksesta puhutaan lähinnä piirtämisenä. Maalaukset valmistetaan virtuaaliselle kanvaasille pikseleistä, jotka ovat lähes kaikkien digitaalisten kuvien perusta. Digitaaliset kuvat voivat muodostua myös matemaattisiin kaavoihin perustuvista vektoreista, mutta niiden käyttö digimaalausten osina on melko harvinaista, sillä vektoreiden toimintaperiaate on täysin erilainen pikseleihin verrattuna. Pikselit, tai kuvapisteteet, puolestaan muodostuvat neliönmallisista tai pistemäisistä elementeistä, jotka sijoittuvat kaksiulotteiseen ruudukkoon, jossa jokaisella kuvapisteellä on oma paikkansa. Ruudukkoon sijoittuneista pisteistä muodostuu täten lopullinen maalaus. Koska maalaukset muodostuvat pikseleistä, maalaajan täytyy ottaa huomioon kanvaasin resoluution määrä, eli kuinka monta pikseliä kanvaasi sisältää. Mitä suurempi resoluutio, sen isompi ja yksityiskohtaisempi maalauksesta voidaan tehdä. Kanvaasin kokoa ja resoluution määrää voidaan toki muuttaa kesken työn, mutta maalaus itsessään menettää tarkkuutta ja yksityiskohtia, jos liian pientä kuvaa yritetään skaalata isommaksi. (Ultimate Photo Tips 2013; Adobe 2016, 173.)

Maalausta tehdessä tulee ottaa huomioon myös sen lopullinen käyttötarkoitus, sillä sen mukaan määräytyvät väriprofiilit, joilla kuva tuotetaan. Väriprofiilit, tai ICC-profiilit, ovat kokoelma dataa, jotka määrittävät käytettävän laitteen väriavaruuden, kuten RGB tai CMYK. Väriavaruus itsessään sisältää valmiiksi määritellyn alueen ja ääripisteet, joiden välillä sallitut sävyt voidaan tuottaa. Väriprofiilit sisältävät lisäksi käytetyn laitteen, kuten kameran, skannerin tai monitorin mitatun värintoistokyvyn, joka vaihtelee jokaisen laitteen välillä. Standardisoitujen ICC-profiilien avulla käytettävä laite osaa päätellä, miten sävyt toistetaan, jotta kuvien värit pysyisivät mahdollisimman samanlaisena laitteesta riippumatta. Suurin osa digimaalauksista tehdään RGB-väriavaruudella, jolla tuotetaan kaikki monitorien

välityksellä näytettävät värit. RGB-väriavaruuden etuna on sen kyky tuottaa vähimmilläänkin yli 16 miljoonaa sävyä maalaajan käyttöön, sillä kaikki maalausohjelmat tukevat 8-bittisiä kuvia. 8-bittisissä kuvissa yhdelle pikselille määritetään 256 sävyä RGB:n jokaista pääväriä: punainen(R), vihreä(G) ja sininen(B). Päävärien yhteisvaikutus määrää, millaisena värit toistetaan ruudulla, kuten kuvassa 2 oleva vertailu esittää. Jotkin maalausohjelmat ja monitorit tukevat yli 8-bittisiä kuvia, kuten Photoshop, jonka avulla voidaan näyttää 16- ja 32-bittisiä kuvia. 16-bittisissä kuvissa jokaista pikseliä kohden voidaan määrittää 65,536 eri päävärien sävyä, minkä ansiosta maalaaja saa käyttöönsä useita biljoonia sävyjä. Uskomattoman tarkat ja kirkkaat sävyt sekä standardimäärittelyt värientoistossa takaavat erittäin laadukkaan jäljen jokaiseen digitaaliseen maalaukseen. (Wikipedia 2016a; Wikipedia 2016b; Wikipedia 2016c; Adobe 2016, 172; Adobe 2017c; International Color Consortium 2017.)



KUVA 2. 8-bittisellä RGB-väriavaruudella tuotettuja sävyjä

Digitaalisen maalaamisen suosio johtuu osittain sen helppoudesta ja nopeudesta toteuttaa kuvia, sillä maalaajan ei enää tarvitse esimerkiksi odottaa maalin kuivumista tai pelätä virheitä, jotka voidaan poistaa muutamalla napin painalluksella. Lisäksi kuvien haluttuja osia voidaan muokata loputtomasti muun muassa erilaisten efektien, säätöjen ja sekoitustilojen avulla, jos maalauksen alkuperäinen versio ei miellytä. Digitaalisen maalaamisen helppoutta lisää myös mahdollisuus maalata ja tehdä muokkauksia eri tasoille, jolloin tiettyä tasoa muokatessa maalauksen muut osat eivät kadota kuvainformaatiota. Muihin etuihin sisältyy mahdollisuus muuttaa kuvan ko-

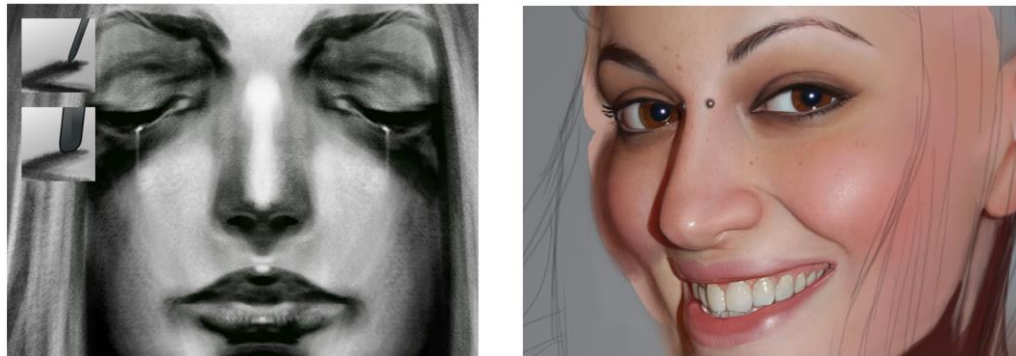
koa zoomaamalla, jolloin esimerkiksi pienten yksityiskohtien teko on uskottomattoman tarkkaa maalauksen koosta riippumatta. Maalausohjelmiin voidaan hankkia työskentelyn helpottamiseksi muiden kehittelemiä ja jakamia liitännäisiä (plug-in), joiden kautta ohjelmaan saadaan lisää toiminnallisuutta, kuten uusia siveltimiä ja editointiominaisuuksia. Valmiiden ja laadukkaiden liitännäisten lataus ja käyttöönotto parantavat töiden laatua, sillä etenkin aloittelevilla maalaajilla voi olla hankaluuksia luoda laadukkaita työvälineitä itse.

Vaikka lähes kaikki digitaaliset maalaukset valmistetaan yhden ihmisen toimesta, maalausten tekeminen voi olla myös sosiaalinen tapahtuma. Jotkin maalausohjelmat ja -sovellukset antavat mahdollisuuden maalata samanaikaisesti yhteiselle kanvaasille, eli käyttäjät voivat luoda taidetta interaktiivisesti. Interaktiivisia maalauksia voidaan tuottaa erilaisissa selainpohjaisissa HTML- ja Java-sovelmissa (applet) tai vaihtoehtoisesti tietokoneille ja mobiililaitteille voidaan ladata erillinen ohjelma tai sovellus. Selaimessa suoritettava interaktiivinen maalaaminen tarvitsee erillisen selaintuen tai liitännäisen, joka suorittaa Java-sovelmaa, sekä sovelman toimintaa varten varatun serverin. Java-sovelma vastaa muun muassa sovelluksen käyttöliittymän ulkonäöstä ja serverin tarkoituksena on tarjota käytössä olevaa palvelinohjelmistoa, tässä tapauksessa maalausohjelmaa, joko tietokoneverkon välityksellä tai paikallisesti samassa tietokoneessa. Serverissä käsitellään myös ohjelman komennot, kuten miten ja millaisia maalaustyökaluja voidaan käyttää. (Moodle 2009; Wikipedia 2016e; Drawpile 2017; Wikipedia 2017b.)

2.2 Maalaustekniikat

Digitaalisuus on kehittänyt uusia tapoja luoda taidetta, sillä ohjelmien tarjoamat värit, työkalut ja kuvankäsittelyominaisuudet antavat käyttäjälleen enemmän mahdollisuuksia työstää teoksia verrattuna perinteiseen maalaamiseen. Digitaalisten lähestymistapojen ansiosta on kehittynyt paljon uusia maalaustekniikoita, mutta jotkin digitaaliset maalaajat suosivat yhä edelleen perinteisiä maalaus- ja piirustustekniikoita. Maalaajan taidosta

riippuen töissä voidaan jäljitellä muun muassa perinteistä öljyväri- tai hiili-jälkeä tai luoda hyper-realistisia kuvia, joita ei välttämättä voida erottaa valokuvista, kuten kuvassa 3 on osoitettu. Digitaalinen maalaaminen on kuitenkin hyvin teknistä ja parhaimman lopputuloksen saamiseksi vaaditaan paljon osaamista, sillä maalauksia varten tulee tietää esimerkiksi kuinka värejä käytetään tai millaisia siveltimiä tulisi käyttää parhaimman tekstuurin saamiseksi.



KUVA 3. Vasemmalla on hiili-siveltimillä tehty työ (Krita 2017). Oikealla on realistisuutta tavoitteleva maalaus (Birault 2012.)

Digitaalisia maalaustekniikoita on yhtä paljon kuin digitaalisia maalaajia, sillä jokainen taiteilija kehittää itselleen sopivat työkalut sekä työmenetelmät. Suurin osa digitaalisista maalaajista aloittaa maalauksensa luomisen joko tyhjältä kanvaasilta ja maalaa mielensä mukaisesti tai piirtää perinteisesti luonnoksen paperille, joka siirretään tietokoneelle, jolloin luonnoksen päälle maalataan. Vapaalla kädellä luodut teokset tuovat paremmin esille maalaajan persoonallisen tyylin, mutta digitaalisessa maalaamisessa on kuitenkin muutama vakiintunut tekniikka, joita suositellaan käytettäväksi niin harrastelijoiden kuin ammattilaisen keskuudessa.

2.2.1 Referenssikuvien käyttö

Yleisimpiä tekniikoita digitaalisessa taiteessa on valmiiden kuvien käyttö joko referenssinä tai osana työtä. Referenssikuvista voidaan tarkastella muun muassa miten valot ja varjot käyttäytyvät erilaisilla pinnoilla sekä mil-

laisia asentoja maalausten hahmot voivat ottaa. Kuvista voidaan myös kopioida valmiita tekstuureja, jos maalaukselle halutaan antaa enemmän realistista tuntua ja näyttävyttä. Kopioituja tekstuureja voidaan hyödyntää vaikkapa ihon, vaatteiden tai rakennusten pintoihin ja yksityiskohtiin. Tekstuureiden lisäksi valmiita kuvia voidaan käyttää suoraan maalausten pohjana, mikä sopii erityisesti muotokuvamaalauksiin. Valokuvia muokataan erilaisilla tekstuurisiveltimillä ja kuvankäsittelytyökaluilla, joiden avulla referenssikuvasta saadaan valmistettua maalauksellisempi. Jotkin ohjelmat, kuten Corel Painter, tarjoavat käyttäjille valmiita työkaluja, joiden avulla tietokone suorittaa maalausprosessin itse valittujen asetusten mukaisesti. Tietokoneen luomaa maalausta voidaan täten käyttää osana toista maalausta tai luotuun kuvaan voidaan lisätä yksityiskohtia. Referenssikuvista voidaan lisäksi kopioida pipetti-työkalulla valmiit värit, jotta maalaja saa valittua luonnolliset sävyt maalauksiinsa.

Photobashing on maalaustekniikka, joka perustuu usean referenssikuvan yhdistämiseen isommaksi kokonaisuudeksi, minkä jälkeen kuva muokataan digitaalisesti maalaamalla. Tekniikalla saadaan aikaan näyttäviä kuvia, joita voidaan hyödyntää vaikkapa konseptikuvissa tai valmiissa tuotteissa, kuten julisteissa tai kirjojen kansissa. Kuvassa 4 on yksi Photobashing-tekniikalla luotu maalaus ja sen vieressä työhön käytetyt referenssikuvat. Maalajan tulee kuitenkin ottaa huomioon käytettävien kuvien alkuperä, sillä vaikka netistä löytyy paljon materiaalia, osa niistä on suojattu tekijänoikeuksilla, jotka saattavat estää esimerkiksi muokkaamisen tai kuvien käyttämisen kaupallisissa tarkoituksissa. Käyttäjän tulee siis tarkistaa aina kuvien alkuperäiseltä tekijältä mahdollisuutta käyttää heidän ottamiaan kuvia omassa maalauksessa. Tekijänoikeuksista johtuen referenssikuvia kannattaa ottaa itse tai netistä voidaan etsiä CC0-lisenssillä varustettuja kuvia, joita saadaan käyttää vapaasti omiin tarkoituksiin.



KUVA 4. Photobashing-tekniikalla luotu kuva (Gurin 2016.)

2.2.2 Luonnostelu ja suunnittelu

Jotkin maalaustekniikat eivät keskity valmiiseen ja realistiseen lopputulokseen. Sketsaus-tyylinen viivoilla ja pisteillä värittäminen sekä Speed Painting ovat yksiä niistä maalaustekniikoista, joissa työ pyritään luomaan mahdollisimman vähällä vaivalla. Molemmat tekniikat soveltuvat erinomaisesti konseptikuvien luomiseen ja alustavaan suunnitteluun, koska maalauksessa on tärkeämpää tuoda ilmi maalaajan idea ja näkemys sekä kuvan tunnelma kuin luoda realistisia teoksia. Speed Painting -tekniikka on erityisen suosittu tapa etenkin ammattilaisten parissa, koska maalausten luominen voi kestää muutamasta minuutista aina muutamaan tuntiin, mikä säästää paljon aikaa suunnitteluvaiheessa. Kuvassa 5 on esimerkkinä konseptiartistin tekemä maisemamaalaus. (Digital Painting Techniques vol. 1 2009, 39.)



KUVA 5. Kahden tunnin Speed Painting työ (Pham 2012.)

2.2.3 3D-mallit ja tekstuurimaalaus

3D-maalaus ja tekstuurimaalaus ovat uudempia tekniikoita, joita käytetään muun muassa elokuvissa ja peleissä olevien hahmojen ja ympäristön teksturointiin. Maalaustekniikoiden avulla voidaan luoda helposti muun muassa realistisia ja yksityiskohtaisia orgaanisia tekstuureja kuten ihohuokosia. Tekstuurimaalaaminen voi tarkoittaa ohjelmasta ja käyttäjistä riippuen kahta erilaista tekniikka, joista toisessa maalataan tekstuurit suoraan 3D-mallin päälle, kun taas toisessa maalataan erillisiä tekstuureja tavallisen 2D-kuvan pintaan. Lähes jokainen mallinnusohjelma tarjoaa jonkinlaisia tekstuurimaalaustyökaluja, mutta tekniikkaa varten on kehitetty myös ohjelmia, jotka ovat erikoistuneet juuri tekstuurimaalausta varten. (Corel 2016a, 387; MARI 2017.)

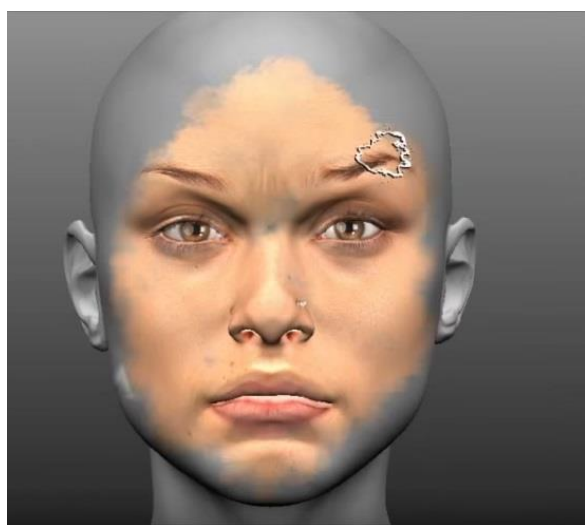
Yksi tekstuurimaalaukseen erikoistuneista ohjelmista on MARI, jossa 3D-mallin pintaan maalataan suoraan tarvittavat osat hyödyntäen erilaisia siiveltimiä ja kloonaus-työkaluja. 3D-mallin pinnasta valmistetaan ohjelmassa sen topologian mukaisia UV-karttoja, joiden avulla käyttäjä voi maalata tismalleen oikean kokoiset ja muotoiset kuvakartat (bitmap) ja määrittää niiden oikeat paikat 3D-mallissa. UV-karttoja käytetään myös luomaan muita pinnan tekstuuriin vaikuttavia karttoja, kuten Displacement Map -karttoja, joiden avulla saadaan tehtyä luonnollisia orgaanisia piirteitä, kuten juonteita, ryppyjä tai vaikkapa yksittäisiä kulmakarvoja. Joissakin

tapauksissa kuvat voidaan tuoda suoraan ohjelmaan, jotka projisoidaan ja maalataan 3D-mallin pintaan kuvien 6 ja 7 osoittamalla tavalla.

Projisoitujen kuvien sijaintia voidaan muuttaa ja niitä voidaan venyttää ohjelman tarjoamien työkalujen avulla, jotta bitmapit mukautuisivat täydellisesti käytettävän 3D-mallin pintaan maalausta varten. Mallin pinnasta otetut UV-kartat saavat automaattisesti maalatut tekstuurit itselleen, minkä jälkeen niiden bitmappeja voidaan korjailla paremmin varustetuissa maalausohjelmissa. Liitteessä 1 on Justin Holtin lopullinen tekstuurimaalaus, joka on valmistettu käyttämällä muun muassa MARI-ohjelmaa ja Photoshopia. (Holt 2013; MARI 2017.)



KUVA 6. 3D-malli ja projisointiin valitut (Holt 2013.)



KUVA 7. Bitmapin maalaaminen 3D-mallin pintaan (Holt 2013.)

Tekstuurimaalaamista voidaan tehdä myös 2D-kuvilla, joiden pohjana voidaan käyttää 3D-malleja tai tavallista kuvaa. Jos maalaaja haluaa luoda 3D-mallin mukaisen teksturoidun maalauksen, siitä tulee ottaa mallinnusohjelmassa renderöity 2D-kuva. Mallinnusohjelmat tarjoavat käyttäjilleen useita erilaisia renderöintivaihtoehtoja, joiden kuvanmuodostus poikkeaa toisistaan. Renderöintiasetuksista voidaan muun muassa vaihtaa kuvan resoluutio sekä valojen renderöinnin laatu, jotka vaikuttavat suuresti lopputulokseen. Mallinnusohjelmasta saatu kuva siirretään haluttuun maalausohjelmaan, jossa sen päälle liitetään yksityiskohdat, kuten kuvassa 8 on esitetty. Kuvan tekstuurit on luotu Corel Painter 2017 -ohjelmassa hyödyntämällä sen lisäämää uutta tekstuurimaalausominaisuutta, siveltimiä ja erilaisia tekstuurikarttoja. (Corel 2016a, 387.)

3D-mallin käyttö auttaa maalaajaa löytämään oikeat perspektiivit, mittasuhteet ja asennot sekä valojen ja varjojen sijainnit hyödyntämällä mallinnusohjelmien valo- ja renderöintitoimintoja. Tekniikan avulla digitaalisesta maalauksesta saadaan helposti mahdollisimman luonnollisen näköinen. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin käyttäjän taito luoda laadukkaita 3D-malleja, sillä orgaanisten muotojen valmistaminen on erittäin hankalaa vasta aloitteleville. Mallinnusohjelmiin löytyy kuitenkin paljon tutoriaaleja ja ohjeita sekä valmiita 3D-malleja voidaan ladata netistä ja muokata omiin tarkoituksiin sopiviksi.



KUVA 8. 3D-mallista renderöity ja teksturoitu 2D-kuva (Thompson 2017.)

3D- ja tekstuurimaalaustekniikoita hyödynnetään myös Matte Painting -maalauksissa, joita on alun perin maalattu ainoastaan käsin lasipinnoille. Niiden avulla maalaus heijastettiin osaksi aitoa taustaa tai valokuvaa, jota käytettiin esimerkiksi elokuvakohtauksessa. Digitaalisuus on kuitenkin mahdollistanut paremman tavan luoda hyper-realistisia taustoja elokuviin, joiden rakentaminen olisi muuten mahdotonta. Kuvassa 9 on yhdestä Lord of the Rings -elokuvan kohtauksista, joka on rakennettu käyttämällä digitaalisia Matte Painting -tekniikoita, kuten digitaalista maalaamista, valokuvia, 3D-malleja sekä mallinnusohjelmien valo-, kamera- ja renderöintitoimintoja. (Digital Painting Techniques vol. 1 2009, 67.)



KUVA 9. Rivendell, Lord of the Rings (Mahel 2015.)

2.2.4 Harmaasävykuvat, liukuvärit ja sekoitustilat

Digitaalisten maalausten värittämiseen on vakiintunut muutamia tekniikoita, joista yksi on alkuperäisen kuvan valmistaminen harmaasävyillä. Harmaasävyjen kanssa työskennellessä on helpompaa sijoitella valot ja varjot, koska maalaajan ei tarvitse kiinnittää suurempaa huomiota esimerkiksi ihon tai hiusten vaihteleviin värisävyihin. Harmaasävykuvien (grayscale) käyttö on hyvin yleinen tapa konseptikuvia tehdessä, sillä kuvan sävyt voidaan vaihtaa nopeasti erilaisten versioiden luomiseksi.

Harmaasävykuvan värittäminen tapahtuu maalaamalla hieman läpinäkyvällä sävyllä sen päälle, jotta alle jäävät yksityiskohdat ja sävyerot näkyisivät. Pohjustuksen jälkeen maalaamista voidaan jatkaa normaalisti lisäten värejä hyödyntäen erilaisia sekoitustiloja sekä täyttö- ja liukuvärejä tavallisten siveltimien lisäksi. Sekoitustilat muuttavat miten kukin maalattava sävy reagoi kanvaasilla olevan pohjaväriin kanssa ja niiden avulla voidaan lisätä nopeasti yksityiskohtia. Täyttö- ja liukuvärejä voidaan puolestaan käyttää luomaan pehmeitä ja saumattomia värimuutoksia maalauksessa vaikkapa hiusten ja ihon valoissa ja varjoissa. Kuvassa 10 on nähtävissä vertailu alkuperäisen harmaasävykuvan ja väritetyn version välillä.

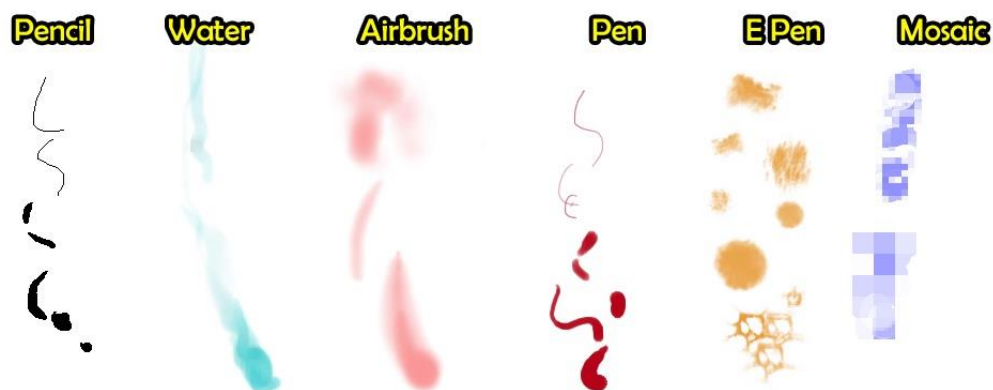


KUVA 10. Harmaasävykuva (Pagowska 2017.)

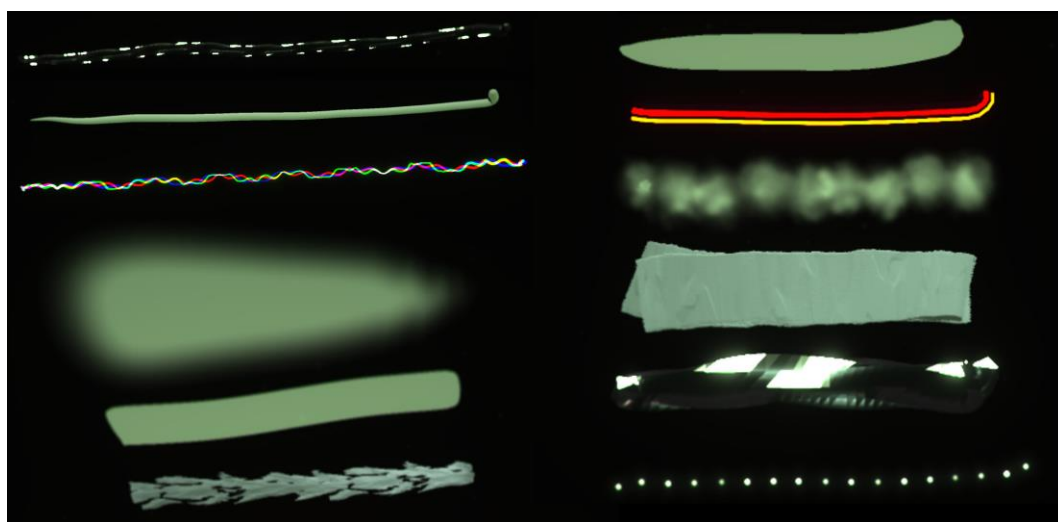
2.3 Siveltimet

Siveltimet ovat digitaalisen maalaamisen perusta, sillä niiden laatu ja maalausjälki vaikuttavaa työn lopputulokseen. Vaikka jokainen maalausohjelma tarjoaa käyttäjälleen peruspaketin valmiita esiastus-siveltimiä ja niiden muokkaustyökaluja, ohjelmien välillä on paljon eroja siveltimien toiminnallisuudessa ja muokattavuudessa. Jotkin maalausohjelmat, kuten Photoshop ja Krita, panostavat siveltimien luontiin toisia enemmän ja

takaavat uskomattoman paljon mahdollisuuksia luoda uniikkeja työvälineitä. Joissakin maalausohjelmissa sivellinvalikoima ja niiden muokattavuus on puolestaan paljon suppeampi tai siveltimiä ei voida muokata lainkaan. Tilt Brush ja lukuisat interaktiiviset maalausohjelmat sisältävät rajatun määrän siveltimiä ja työkaluja, mutta pienellä valikoimalla voidaan kuitenkin maalaajan taidosta riippuen tehdä uskomattoman hienoja taiteuteoksia. Kuvissa 11 ja 12 on muutamia esimerkkejä Tilt Brush -ohjelman 36 siveltimestä ja yleisin sivellinvalikoima interaktiivissa maalaussovelluksissa.



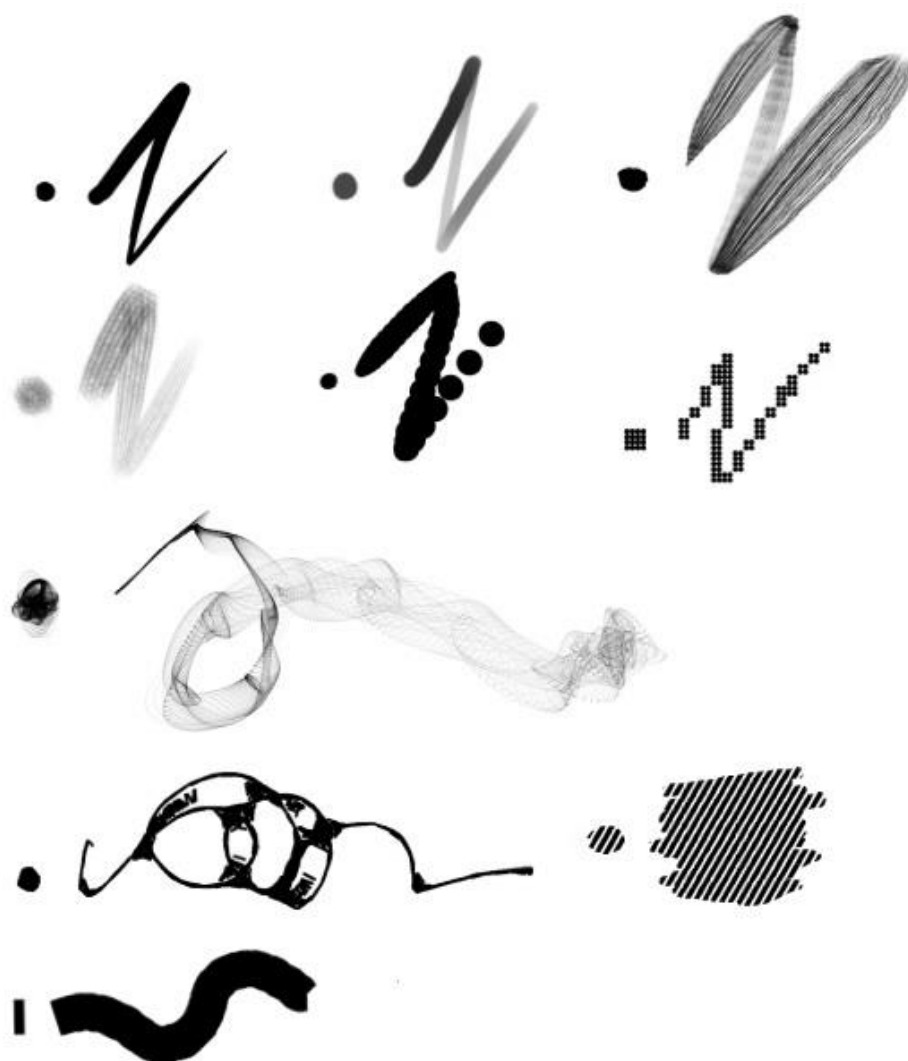
KUVA 11. Yleisin paintchattien käyttämä sivellinvalikoima (Rara 2014.)



KUVA 12. Tilt Brushin siveltimiä, joista osa sisältää animointia

Oikein valitut tekstuuri- ja erikoissiveltimet sekä klonerit nopeuttavat huomattavasti maalauksen tekoa, sillä maalaajan ei tarvitse vaivautua tekemään jokaista yksityiskohtaa itse vapaalla kädellä. Jos maalaaja esimerkiksi haluaa pehmeitä sävyjä ja niiden saumatonta sekoittumista, suositellaan käytettäväksi airbrush-sivellintä, kun taas erilaisten efektien luomiseen suositellaan fraktaali- ja kuviosiveltimiä. Kuviosiveltimien maalauksjäljeksi voidaan esimerkiksi määrittää ruohonkorsia tai kankaan tekstuuria, jolloin maalatessa siveltimen jälki vastaa annettua kuviota. Täysin digitaalisten siveltimien lisäksi, joissakin maalausohjelmissa on vaihtoehtona perinteistä maalaustapaa jäljitteleviä siveltimiä, kuten Photoshopin Mixer Brush tai Painterin Natural-Media-siveltimet. Siveltimien tarkoituksena on imitoida realistista maalaustapaa, jossa kanvaasin ja siveltimeen valitut maalit sekoittuvat toisiinsa, kuten perinteisesti maalatessa. Osa siveltimistä sisältävät esimerkiksi kuivumisajan, jonka aikana vedot valuvat määrittelyjen asetusten mukaisesti. Siveltimien muokkaaminen ja luominen on kuitenkin hyvin teknistä tietyissä ohjelmissa ja vaatii käyttäjältään paljon osaamista laadukkaiden työvälineiden aikaansaamiseksi.

Maalausohjelmissa voidaan yleisesti muokata mitä tahansa siveltimen osaa, kuten maalausjäljen tekstuuria ja kuviota, reunan kovuutta, siveltimen kulmaa ja muotoa sekä sitä, miten värit sekoittuvat ja leviävät kanvaasille. Jokaiselle muokattavalle kohteelle voidaan myös määritellä, kuinka paljon paineen käyttö, nopeus ja kallistuskulma vaikuttavat vetoihin, kuten viivan paksuuteen, värikylläisyyteen ja muotoon. Kuvassa 13 on esiteltynä muutamia toiminnaltaan poikkeavia siveltimiä Krita-ohjelmassa. Liitteissä 2 - 5 on nähtävissä muutamien maalausohjelmien sivellineditoreja vertailun vuoksi.



KUVA 13. Siveltimien jälkiä muun muassa nopeuden ja paineen vaikuttamilla eroilla

3 MAALAUSSOHJELMAT

3.1 Esittely

Digitaalista maalaamista varten on valmistettu useita ilmaisia ja maksullisia ohjelmia, jotka tarjoavat lähes samat perustoiminnot ja editointiominaisuudet, kuten tasot, maskit ja maalaustyökalut. Maalausohjelmien laajuudessa ja tarjonnassa on kuitenkin huikaita eroja, koska ohjelmat ovat erikoistuneet eri piirteisiin, esimerkiksi kuvien editointiin tai puhtaasti digitaaliseen maalaamiseen. Maksulliset ohjelmat ovat aina paljon isompia kokonaisuuksia ilmaisohjelmiin verrattuna, sillä niiden kehittämiseen ja testaamiseen voidaan palkata alan parhaimmistoa. Ilmaisohjelmat ovat puolestaan usein avoimen lähdekoodin ohjelmia, joita kuka tahansa voi muokata vapaaehtoisesti. Vapaaehtoinen kehittäminen ja rahoitus ovat syitä siihen, miksi ilmaisohjelmat jäävät tarjonnaltaan paljon vajavaisemmiksi. Kaikkien maalausohjelmien etuna on kuitenkin niiden kyky avata ja tallentaa toistensa tiedostomuotoja, jolloin maalaaja voi työskennellä usean ohjelman kanssa hyödyntäen niiden parhaimmat piirteet. Maalausohjelmien puutteita voidaan siis osittain korjata muiden ohjelmien avulla. Yhteensopivuus edesauttaa myös maalaustyökalujen jakamista ohjelmien välillä. (GIMP 2017; Krita 2017a; Krita 2017c.)

Asiantuntijoiden valmistamat ohjelmat takaavat mahdollisimman täydellisyys hiotun sisällön ja tyylikkään ulkoasun, mutta maksullisten ohjelmien laajuus ja teknisyyt voivat kuitenkin koitua haitaksi. Digitaaliset maalaajat eivät välttämättä tule koskaan käyttämään kaikkea ohjelmien tarjoamaa sisältöä, koska tarjontaa on niin paljon tai sitä ei opi käyttämään oikein. Ammattitasoisen laatunsa takia maksulliset ohjelmat ovat lisäksi hyvin raskaita tietokoneen suoritettavaksi sekä kalliita, jonka takia harrastelijoilla ei yleensä ole varaa hankkia niitä. Aloittelevan digitaalisen maalaajan tai harrastelijan kannattaakin suosia ilmaisohjelmia, koska osa niistä on erittäin laadukkaita ja yksinkertaistettuja sisällöltään, jolloin ohjelmiin perehtyminen on helpompaa. Ilmaisohjelmat ovat lisäksi kooltaan paljon kevyempiä, eivätkä ne vaadi tehokasta tietokonetta toimiakseen kunnolla.

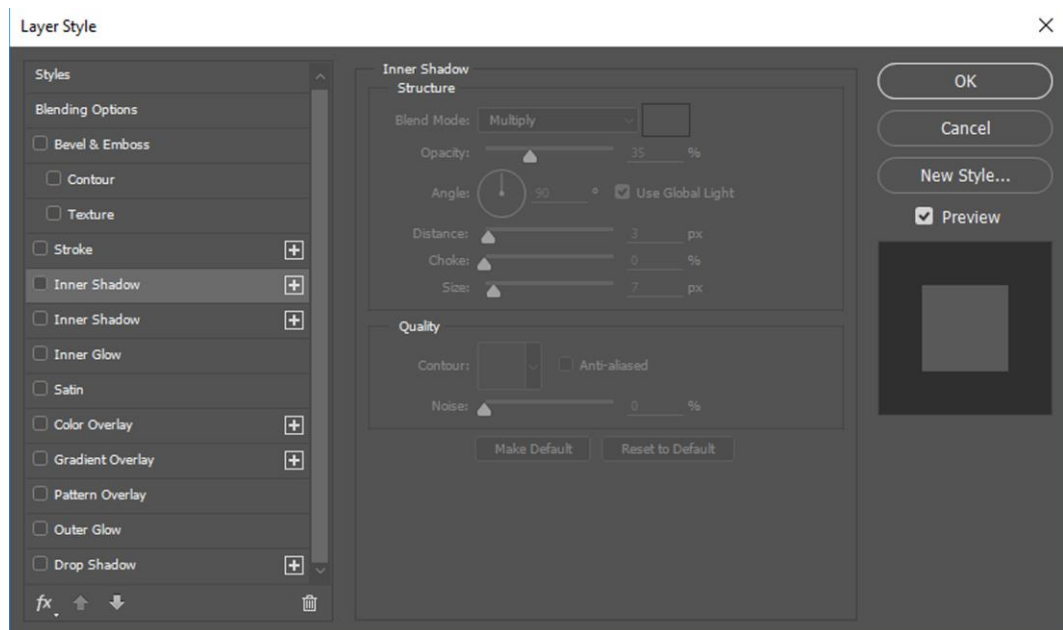
Ilmaisojohjelmat tarjoavat kompaktin peruspaketin niille, jotka haluavat päästä digitaalisen maalaamisen makuun.

3.2 Adobe Photoshop CC 2017

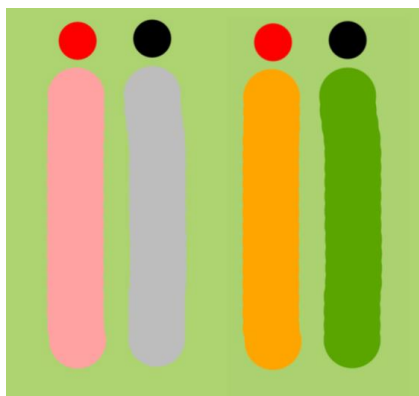
Photoshop on yksi parhaimmista maalausohjelmista, sillä se antaa käyttäjälleen uskomattoman paljon erilaisia editointiominaisuuksia sekä määrittelyjä siveltimien, kanvaasin ja värien kanssa. Koska ohjelma on alun perin luotu kuvien käsittelyyn, maalausohjelman työkalut ja ominaisuudet painottuvat värien ja kuvien muokattavuuteen. Photoshopin erikoisominaisuuksina on sen kyky toistaa satoja biljoonia eri sävyä 16- ja 32-bittisten kuvien ansiosta, mikä on kilpailukykyinen etu, sillä muut maalausohjelmat harvemmin tukevat yli 8-bittisiä kuvia. Tarkkojen ja kirkkaiden sävyjen ansiosta digitaalisista maalauksista saadaan hetkessä eloisia ja näyttäviä. Photoshopin muihin etuihin lukeutuu sen tarjoama tuki useille väriavaruuksille, kuten RGB:lle, CMYK:lle, Lab:lle, jotka helpottavat työskentelyä erilaisten medioiden parissa. Lisäksi ohjelmassa voidaan työskennellä 3D-objektien kanssa, kuten MARIssa, jossa kappaleen pintaan voidaan maalata suoraan. Photoshop soveltuu hyvin tekstuuri- ja 3D-maalaamiseen, tavalliseen kuvankäsittelyyn ja digitaaliseen maalaamiseen monipuolisen työkaluvalikoimansa ansiosta. (Adobe 2016, 172, 213 - 215, 835.)

Vaikka Photoshop on tarkoitettu lähinnä kuvien editointiin, siitä on muodostunut yksi suosituimmista maalausohjelmista juuri monipuolisuutensa ja laatunsa vuoksi. Photoshopin tarjoamat kuva- ja värieditointiominaisuudet ovat maalausohjelmien parhaimpia, ja tarjontaa on muihin ohjelmiin verrattuna paljon enemmän. Erilaiset säädöt, sekoitustilat, suotimet ja tasotyylit auttavat maalajaa tekemään nopeita ja vaivattomia muutoksia maalauksiin missä tahansa työn vaiheessa. Suotimien avulla voidaan luoda muun muassa pilviä, valoeffektejä tai muuttaa maalausta venyttämällä sen osia kun taas tasotyylien (kuva 14) avulla voidaan luoda muun muassa varjoja tai kohottaa kuvan osia taustasta erilaisten asetusten avulla. Maalauksen värejä voidaan puolestaan muokata erilaisten työkalujen ja ominaisuuksien, kuten sekoitustilojen ja säätöjen avulla.

Kuvassa 15 on käytetty kahta sekoitustilaa havainnollistamaan sävymuutoksia, jossa maalauksen pohjasävy vaikuttaa levitettyyn väriin. Photoshopin Selective Color -säädöllä (kuva 16) käyttäjä voi valita tietyt värit kuvasta, kuten punaisen tai mustan, joita muutetaan liukusäädinten avulla. Värimuunnokset tapahtuvat ainoastaan valituilla sävyillä, ja alueen valitseminen rajaustyökalulla helpottaa pienten yksityiskohtien muuntelua ilman, että kuvan muut osat muuttavat sävyjä. (Adobe 2016, 207, 219 - 221, 347 - 441.)



Kuva 14. Photoshop CC 2015 version tasotyyli



Kuva 15. Hue- ja Overlay-sekoitustilat



Kuva 16. Selective Color-säätö (Boltneva 2015.)

Siveltimien muokattavuus on yksi tärkeimmistä tekijöistä digitaalisessa maalaamisessa, ja Photoshop tarjoaakin laajan valikoiman valmiiksi luotuja, monipuolisia ja laadukkaita siveltimiä. Osa virtuaalisiveltimistä pyrkivät imitoimaan perinteisiä maalausvälineitä, kun taas osa hyödyntää puhtaasti digitaalisia piirteitä, kuten kloonerit ja fraktaalisiveltimet. Laajasta valikoimasta on helppoa lähteä luomaan omiin tarpeisiin sopivia työvälineitä, sillä käyttäjä voi testailla esikatseluikkunan avulla muokkauksen vaikutusta maalausjälkeen. Työkalujensa lisäksi ohjelman käyttöliittymää voidaan muokata itselleen sopivaksi ja Photoshop tarjoaa muutamia valmiiksi määriteltyjä työtila-asetuksia. Essentials-työtila sisältää esimerkiksi kaikki oleelliset työkalut ja ikkunat, kuten tasot, värit ja muokkaushistorian ja soveltuu siksi hyvin aloittelijoille. Työtiloja voidaan valmistaa itse ja tallentaa ohjelman muistiin, jotta jokaisella maalajalla olisi kaikki tarvitsemansa napin painalluksen päässä. Suosionsa ja laajan käyttäjäkuntansa ansiosta Photoshop-ohjelmaan on luotu lukematon määrä plug-ineja, joiden avulla ohjelmaan voidaan hankkia lisää toiminnallisuutta, kuten uusia

siveltimiä ja tyylytyksiä. Photoshop on kaiken toiminnallisuutensa ansiosta erittäin tekninen maalausohjelma ja vaatii käyttäjältään hieman kokemusta, jotta kaikkia sen tarjoamia etuja voidaan hyödyntää kunnolla digitaalisten maalausten tuotossa. (Adobe 2016, 39 - 45, 559.)

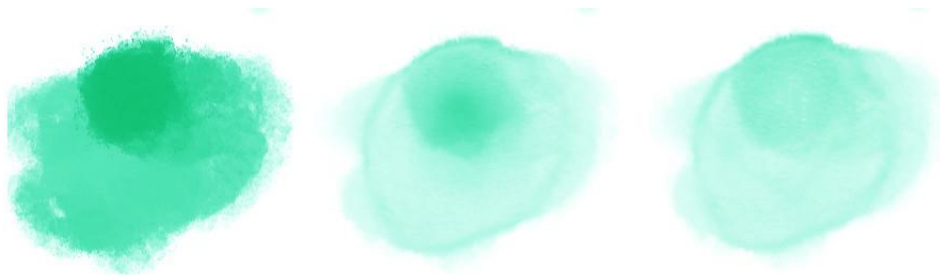
Photoshop on laajuutensa takia hyvin raskas ohjelma, sillä jokainen lisätty taso ja tehdyt muokkaukset kasvattavat tiedoston kokoa. Ohjelman kanssa suositellaan käytettäväksi tietokonetta, jonka RAM-muisti on minimissään 2 GB, mutta suositusten mukaan tulisi varata ainakin 8 GB. Suurempi keskusmuistin (RAM) koko edesauttaa työskentelyä, koska maalausohjelmat käyttävät sitä kuvien käsittelyyn. Jokaista ohjelmassa käsiteltävää kuvaa varten varataan tietty määrä keskusmuistia ja varattua muistia suuremmat kuvat hidastavat koneen suorituskykyä. RAM-muistin määrä vaikuttaa myös, kuinka nopeasti maalaustoiminnot, kuten siveltimen vedot ja efektien lisäämiset, suoritetaan. Ohjelman kanssa suositellaan käyttämään lisäksi riittävän laadukasta näyttöä, joka tukee 16-bittisiä kuvia ja sisältää vähintään 512 MB näyttökortin (VRAM) muistia, jota tarvitaan muun muassa 3D-mallien käsittelyyn. (Adobe 2017a, Adobe 2017b.)

3.3 Corel Painter 2017

Corel Painter on suunniteltu digitaalisen taiteen tuotolle toisin kuin Photoshop, mutta ei ole kuitenkaan yhtä suosittu harrastelijoiden keskuudessa, vaikka se tarjoaa enemmän ja osittain parempia työkaluja maalausten tuottamiseen. Corel Painter on suunniteltu imitoimaan mahdollisimman aitoa maalaamista, mikä näkyy työkalujen valikoimassa ja ohjelman ominaisuuksissa. Painterissä voidaan esimerkiksi muuttaa käytettävän kanvasin eli paperin pinnan tekstuuria muuntamalla sen rakeiden kokoa, muotoa ja välistystä. Asetusten avulla voidaan luoda erilaisia aidon näköisiä paperitekstuureja, kuten akvarellipapereita, jotka vaikuttavat, kuinka maali tarttuu ja leviää pinnalla. Digitaalinen paperi imitoi mahdollisimman realistista levitystapaa, jossa rakeiden korkeimpiin kohtiin tarttuu eniten väriä ja väleihin vähiten. Digitaalisuuden ansiosta rakeisuus voidaan muuttaa käänteiseksi, jolloin väri tarttuu paremmin väleihin, samalla luoden

erilaisen tekstuuripinnan. Paperitekstuureja voidaan hyödyntää joko koko maalauksen pohjana tai pienenä osana työtä esimerkiksi tekstiilien värityksessä, jolloin maalattavasta pinnasta tulee aidomman oloinen. Painterissä on kuitenkin erillinen tekstiilien luomiseen tarkoitettu weaving-toiminto, jonka avulla maalaaja voi määritellä erilaisia kuvioita, jotka muistuttavat aitojen tekstiilien lankoja. Paperin rakeisuuden lisäksi on olemassa toinen työkalu, joka toimii samalla periaatteella. Flow Map on tekstuuripinta, joka määrittelee maalaajan haluamien asetusten mukaisesti mihin suuntaan ja kuinka paljon siveltimen maali valuu. Flow Mapin avulla saadaan enemmän vaihtelua korkeiden ja matalien kohtien välillä maalin levittyessä. (Corel 2016a, 143 - 148, 399, 629 - 631.)

Corel Painterin siveltimet poikkeavat muiden ohjelmien siveltimistä toiminnallaan, sillä osa niistä on suunniteltu jäljentämään aitoa värin levitystä ja siksi niitä kutsutaankin Natural-Media-siveltimiksi. Painterin siveltimet jaetaan kahteen tyyppiin maalinlevitystavan mukaan; rendered-dab ja dab-based dab. Natural-Media siveltimet kuuluvat rendered-dab tyyppiin, jossa maalausjälki lasketaan ja luodaan ohjelmassa samanaikaisesti styluksen liikkeen mukaan. Rendered dab-siveltimet luovat yhtenäisen viivan, jolloin maalausjälki muistuttaa aidompaa toisin kuin dab-based-siveltimissä, joiden maalausjälki muodostuu vierekkäisistä väripisteistä. Realistisuuden tuntua pyritään lisäämään myös Natural-Media-siveltimien asetuksilla, joissa valitaan maalin märkyys, kuivumisnopeus ja valumissuunta, jotta virtuaalinen vastine olisi mahdollisimman aidon veroinen. Kuvassa 17 on esimerkkinä Real Watercolour-variantin sivellin ja maalausjäljen kuivumisprosessi. Realistista maalaustapaa pyritään luomaan lisäksi Mixer Panel-sekoituspaletilla (kuva 18), joka toimii aidon maalauspaletin tavoin. Virtuaalisen sekoituspaletin avulla voidaan kuitenkin tuottaa nopeammin haluttuja sävyjä, sillä värien sekoittamiseen voidaan käyttää pipettejä ja klooneita, sekä päättää värien sekoittumisen määrästä. (Corel 2016a, 204, 249 - 250, 284, 306.)



KUVA 17. Real Watercolour-variant



KUVA 18. Mixer Panel

Siveltimet ovat tärkeä osa Corel Painterin identiteettiä ja siveltimiä koskevat asetukset voidaan määrittää sivellin-, variant- tai styluskohtaisesti. Styluskohtaiset asetukset onnistuvat Wacomin valmistamilla Intuos-styluksilla, koska jokaisella on oma Tool ID, jonka avulla ohjelma tunnistaa styluksen sen osuessa aktiiviseen alueeseen. Tool ID:n avulla yhteen stylukseen voidaan määrittää esimerkiksi öljyvärisivellin ja sen asetukset, kun taas toiseen stylukseen lyijykynä sen omilla asetuksilla. Stylusten vaihto nopeuttaa työskentelyä, sillä maalaajan ei tarvitse manuaalisesti muuttaa sivellinten asetuksia. Ohjelmassa voidaan määrittää variantkohtaisesti muun muassa siveltimien paineentunnistuksen, sillä jotkin maalaajat haluavat tiettyjen siveltimien vaativan tietyn määrän voimaa riittävän värikylläisyyden saamiseksi. Brush Variant on Painterin tiettyjen sivellinkategorioiden, kuten vesiväri tai kalligrafia, alaisia siveltimiä ja niitä koskevia asetuksia.

Paineentunnistus voidaan säätää manuaalisesti tai ohjelma voi laskea automaattisesti käytetyn paineen ja nopeuden kun stylus liikkuu aktiivisella alueella. Corel Painter tarjoaa myös Brush Tracking -toiminnon, joka on suunniteltu erityisesti taiteilijoille, joilla on kevyt ote ja maalaustyyli. Toiminto lisää siveltimien herkkyyttä, jolloin vähemmällä voimalla saadaan aikaiseksi riittävän peittävä ja paksu jälki. (Corel 2016a, 44, 101, 121.)

Siveltimien muokattavuuden lisäksi Painterin ulkoasua ja työtiloja voidaan muokata käyttäjäkohtaisesti, kuten lähes kaikissa maalausohjelmissa. Photo Art -työtila on yksi maalausohjelman valmiista työtiloista, joka on tarkoitettu valokuvien maalauksiksi muuttamiseen. Työtila sisältää muun muassa automaattisen kloonauksen ja auto-painting-työkalun (kuva 19.), joilla ohjelma suorittaa digitaalisen maalausprosessin itse maalaajan määrittelemien asetusten mukaisesti. Automatisoidut maalaukset ovat laadultaan yleensä erittäin hyviä ja toiminto sopii niille, jotka haluavat nopeasti luoda maalauksellisia taustoja tai yksityiskohtia valmiiden kuvien pohjalta. (Corel 2016a, 48.)



KUVA. 19. Auto-painting maalausprosessi liidulla (Broadhurst 2012.)

Kaiken toiminnallisuutensa ansiosta myös Corel Painter vaatii käytettävältä laitteelta paljon. Ohjelman suorittamat maalausprosessit, kuten vesivärin kuivumien ja tasojen kertyvä määrä vaativat tehoa tietokoneelta. Tärkeimpiä ominaisuuksia ovat suhteellisen uudet prosessorit, kuten vuoden 2006 jälkeen valmistetut mallit, sekä riittävän suuri RAM-muisti, jonka tulisi olla minimissään 2 GB. Maalausprosessien vaativuuden takia suositellaan kuitenkin varaamaan 8 GB RAM-muistia. Ohjelma vaatii lisäksi 64-

bittisen käyttöjärjestelmän, jota ilman Painteriä ei voida avata. (Painter 2017.)

3.4 GIMP 2.8

GNU Image Manipulation Program eli GIMP on ilmainen avoimen lähdekoodin ohjelma, mikä tarkoittaa, että kuka tahansa saa muokata sen koodin rakennetta ja jakaa tehdyt muutokset muille käyttäjille sekä kehittäjille. Koska kyseessä on ilmaisohjelma, suurin osa koodin ja sisällön kehittämisestä riippuu paljolti vapaaehtoisten ohjelmoijien ja taitelijoiden avusta, mikä on johtanut GIMPin sisällön suppeuteen. (GIMP 2016.)

GIMP on suunniteltu lähinnä kuvien editointiin, mikä näkyy selkeästi ohjelman työkaluvalikoimassa; ohjelma tarjoaa paljon laadukkaita editointioinnaisuuksia, kuten filttäreitä, säätöjä ja sekoitustiloja, mutta digitaaliselle maalaamiselle ominaiset työvälineet ovat hieman puutteellisia. Ohjelman sivellineditori esimerkiksi sisältää vain muutaman asetuksen, joilla voidaan vaikuttaa maalausjälkeen. Sivellineditorin takia ohjelmaan on vaikeaa luoda sopivia maalaustyövälineitä, mutta ladattavien plug-inien avulla joitakin puutteita voidaan paikata. Liitännäisten lisäksi GIMPin etuna on sen yhteensopivuus muiden maalausohjelmien kanssa, jolloin vaikkapa Photoshopin siveltimiä voidaan tuoda GIMPiin. Laadukkaat siveltimet nostavat maalausohjelmassa tehtyjen töiden tasoa.

Vaikka GIMP ei ole suunniteltu digitaalista maalaamista varten, se sisältää silti riittävästi työkaluja ja toimintoja maalausten tuottamiseen. Ohjelmaan on lisätty esimerkiksi muutama vuosi sitten Brush Dynamics -toiminto, jonka avulla se kykenee tunnistamaan paineen ja nopeuden maalauslaitteista. Brush Dynamics ei kuitenkaan toimi yhtä laadukkaasti verrattuna muihin maalausohjelmiin. GIMPin puutteisiin sisältyy lisäksi se, ettei ohjelma pysty tukemaan esimerkiksi 16-bittisiä kuvia, CMYK-värejä tai säätötasoja. Puutteistaan huolimatta GIMP on yksi monipuolisimmista ilmaisista kuvankäsittelyn, maalaamisen sekä piirtämiseen tarkoitetuista ohjelmista ja soveltuu riittävän hyvin aloittelijoille. Ohjelma on lisäksi hyvin kevyt eikä

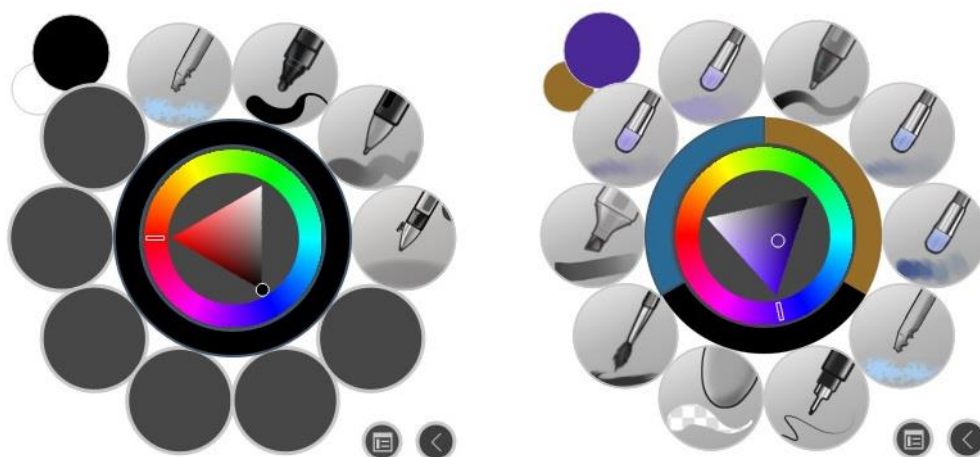
vaadi kovinkaan tehokasta konetta toimiakseen kunnolla, mutta sen käyttöön suositellaan kuitenkin varaamaan 1 GB RAM-muistia. (Smith & Joost 2012, 3, 29, 129, 276, 279, 311; GIMP 2016.)

3.5 Krita

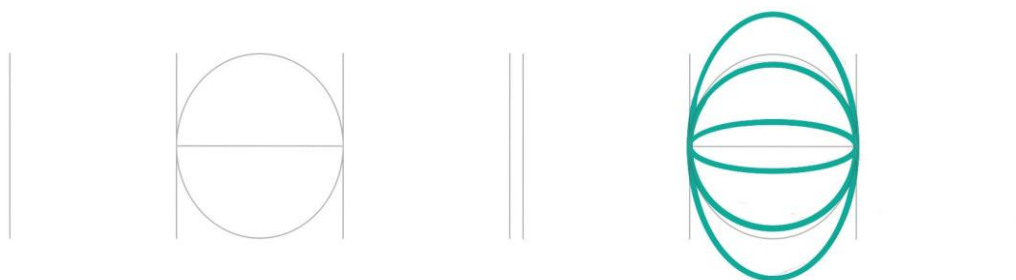
Kuten GIMP, myös Krita on avoimen lähdekoodin maalausohjelma, joka on kehitetty erityisesti digitaalisia taiteilijoita, kuten kuvittajia ja tekstuurimaalaaajia, varten. Krita on ollut vuoteen 2009 asti geneerinen kuvien editointi- ja maalaustyökalu, mutta ohjelma on painottunut nykyään ainoastaan maalaamiseen, joka näkyy vahvasti ohjelman työkaluvalikoidissa. Koska kyseessä on ilmainen avoimen lähdekoodin ohjelma, Krita tarjoaa rahoitusta ja etuja niille, jotka kehittävät sen koodia ja parantavat ohjelman suorituskykyä ja sisältöä. Edut ovat yksi syy siihen, miksi Krita on kehitelty paljon enemmän toimintoja ja hyödyllisiä ominaisuuksia ja miksi siitä on muodostunut yksi suosituimmista ilmaisohjelmista. Lisäksi maalausohjelman sivujen mukaan: ”Kritan aikomuksena on tulla parhaaksi maalaustyökaluksi sarjakuvien tekijöille, kuvittajille sekä konseptiartisteille” (Krita 2017, suomennos kirjoittajan). (Krita 2017a.)

Pop-Up-paletti on yksi kätevimmistä Kritan ominaisuuksista, ja sen tarkoituksena on nopeuttaa siveltimien vaihtoja maalauksen aikana, jottei käyttäjän tarvitse erikseen etsiä haluamiaan siveltimiä satojen joukosta. Ohjelma tarjoaa muutamia perussettejä Pop-Up-paletille, kuten kuvassa 20 näkyvät Paint ja Demo, joiden lisäksi käyttäjä voi luoda omia settejä ja vaihdella työkalujen määrää 10:n ja 30:n välillä. Paletin hyötyjä lisää vie-reen avautuvat sivellinasetukset, kuten värikylläisyys ja koko, jolloin asetusten muuttaminen on nopeampaa. Setit muodostuvat käyttäjän asettamien tunnisteiden mukaisesti, sillä jokaiselle siveltimelle voidaan valita yksi tagi, jonka avulla paletti osaa valita oikeat siveltimet. Maalausohjelma sisältää myös muita hyödyllisiä ominaisuuksia paletin lisäksi, kuten Stabilizer- ja Smoothing-toiminnot, jotka auttavat viivan reunan pehmenyksessä ja tasoituksessa. Työkalu pyrkii poistamaan käden tärinästä johtuvaa epätasaisuutta auttauen samalla tekemään maalauksesta

siistimmän ja huolitellumman näköisen. Assistant-työkalu (kuva 21) on yksi hyödyllisimmistä Kritan tarjoamista ominaisuuksista, sillä sen avulla voidaan määrittää perspektiivejä tai apulinjoja, kuten kurveja ja muotoja, joiden mukaan halutaan maalata. Käyttäjän tulee valita haluamansa Assistant-vaihtoehto ja määritellä sen suunta tai muoto, jonka jälkeen ohjelma osaa automaattisesti hakea siveltimelle halutun kulkulinjan. (Krita 2017d.)



KUVA 20. Kritan Pop-Up-paletti



KUVA 21. Fish Eye Point -assistant

Krita on yksi niistä ilmaisohjelmista, jotka antavat laajan valikoiman maalausvälineiden luontiin. Kritan siveltimet perustuvat erilaisiin sivellinmootteihin (Brush Engine), jotka erikoistuvat yhteen piirteeseen, kuten kloonauksen- ja kuviosiveltimiin. Jokaiseen moottoriin sisältyy niiden omat asetukset, kuten sekoitustapa, peittävyys tai siveltimen kärjen muoto.

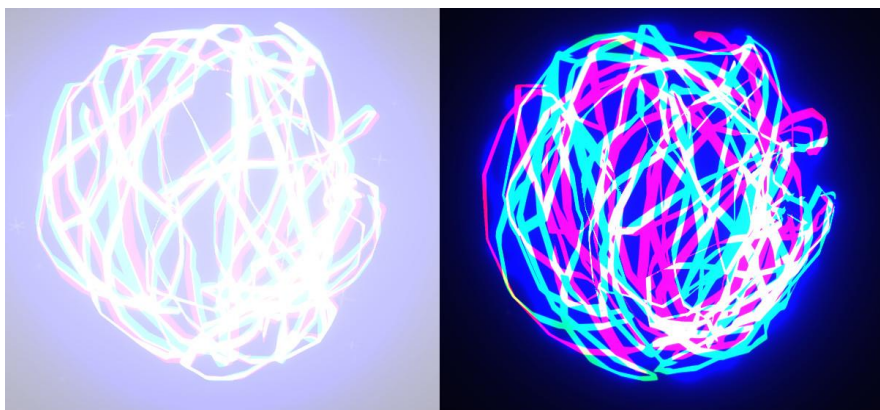
Moottoriin sisältämät asetukset kuitenkin vaihtelevat riippuen valitusta sivellinvaihtoehtodesta, koska esimerkiksi kloonereiden toiminta perustuu erilaisiin piirteisiin kuin kuviosiveltimissä. Sivellineditorissa voidaan muun muassa määritellä myös jokaisen asetuksen paineen-, nopeuden- ja kallistuskulmantunnistus, jotka vaikuttavat vetojen lopputulokseen. (Krita 2017d.)

Krita on melko kevyt maalausohjelma, joka ei tarvitse kovin tehokasta tietokonetta toimiakseen. Maalausohjelman minimivaatimuksiksi on asetettu 2GB RAM-muisti, vuoden 2009 aikana valmistettu GPU sekä vuoden 2006 jälkeen valmistettu CPU, jotta ohjelman kaikki toiminnot voidaan suorittaa (Steam 2017). Vaikka käyttäjällä olisi riittävän tehokas kone, yksi Kritan toiminnoista ei välttämättä toimi. Kyseessä on maalausohjelman käyttämä OpenGL-koodi, jonka tarkoituksena olisi auttaa näyttöohjainta suorittamaan maalausprosessit, kuten siveltimen vedot, nopeammin. OpenGL-koodin ongelma ilmenee Kritassa niin, etteivät maalatut jäljet näy kanvaasilla reaaliaikaisesti, mutta vika voidaan korjata helposti estämällä koodin toiminta ohjelman omista asetuksista. (KDE UserBase Wiki 2015.)

3.6 Tilt Brush

Tilt Brush on Googlen kehittämä ja Steamissä jakelema 3D-ohjelma, jossa voidaan luoda digitaalisia maalauksia 3D-muodossa joko staattisilla tai liikkuvilla maalausjäljillä. Staattisilla vedoilla tarkoitetaan maalattuja muotoja, jotka eivät liiku tai sisällä erillisiä efektejä toisin kuin animoidut siveltimet. Liikkuviin vetoihin on sisällytetty animointeja, joiden avulla pystytään maalaamaan vaikkapa tulta tai tähtiä joiden muoto, valoisuus, värit ja sijainnit vaihtelevat valmiiksi ohjelmoitujen arvojen mukaisesti. Maalauksen osia voidaan määritellä jopa ääneen reagoiviksi, jolloin siveltimen vedot muuttuvat valitun äänitiedoston tahdissa. Ohjelma tunnistaa automaattisesti halutun äänitiedoston, jos toiminto laitetaan manuaalisesti päälle. Tilt Brushissa voidaan valita muutamista valmiista ympäristöistä omalle työlle sopiva tausta, kuten Studio, Night Sky, Space, Dress Form. Jokaisen taustan valaistus ja värit vaikuttavat siihen, miltä maalattu teos näyttää, kuten

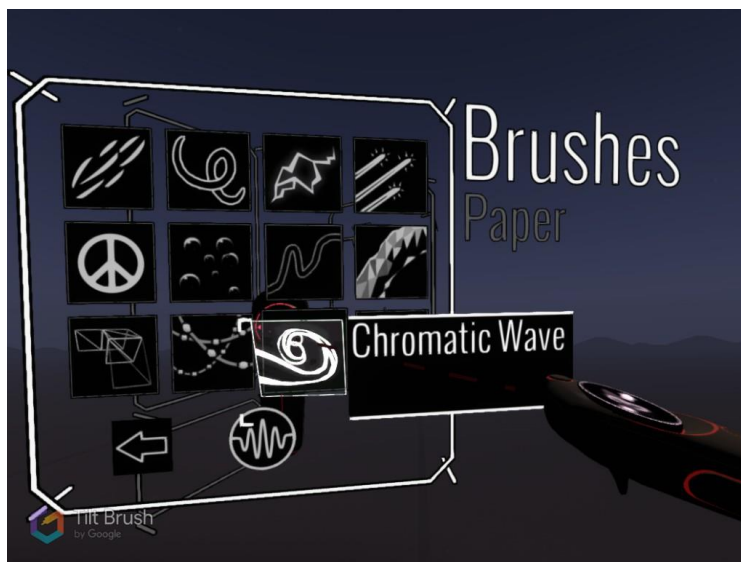
kuva 22 osoittaa. Koska ohjelmassa voidaan luoda liikkuvaa kuvaa, maalatuista töistä voidaan ottaa kuvankaappausten lisäksi videoita ja gif-animaatioita. Töitä voidaan tallentaa myös .fbx muotoon, jotka pystytään avaamaan 3D-mallinnusohjelmissa, kuten Mayassa tai Blenderissä. (Google 2016a.)



KUVA 22. Väriverailu samalla valo-objektilla

Tilt Brushin toiminnallisuus poikkeaa hyvin paljon perinteisistä maalausohjelmista pelkästään siveltimien osalta. Ohjelmaan kuuluu tällä hetkellä 36 erilaista teksturoitua ja animoitua sivellintä, joiden materiaali vaikuttaa maalausjälkeen eri tavoin. Valosiveltimet eivät esimerkiksi jätä varjoa ympäristöön ja vedot näkyvät hieman läpi, jotta taakse maalatut objektit erotuisivat. Valosiveltimet myös hohtavat ympäristöönsä, joka vaikuttaa muihin lähellä oleviin objekteihin. Lisäksi siveltimien skaalattavuus on hyvin rajattu verrattuna perinteisiin maalausohjelmiin. Rajoitukset eivät kuitenkaan haittaa maalaamista, koska teosta voidaan skaalata tarpeen mukaan. Maalattu teos voidaan esimerkiksi suurentaa moninkertaiseksi, jolloin pienten yksityiskohtien luominen on erittäin tarkkaa tai maalausta voidaan kutistaa, jolloin siveltimen vedot näyttäivät suhteutettuna paljon suuremmilta. Kuvassa 23 on näkymä ohjelman työkaluvalikosta ja muutamasta siveltimestä. Perinteisistä maalausohjelmista poiketen Tilt Brush ei myöskään sisällä tasoja tai muita vastaavia ominaisuuksia, kuten editointia. Ohjelmassa ei voida myöskään muuttaa maalattujen objektien paikkaa tai kokoa, jonka lisäksi pyyhekumi-toiminto poistaa jälkiä eri tavoin.

Tavallisesti pyyhekumi poistaa maalausohjelmassa tietyn pisteen tai alueen käyttäjän haluamalta kohdalta, mutta Tilt Brushissa pyyhekumi poistaa kaikki samalla vedolla tehdyt muutokset sekä kaikki siihen osuvat efektit, kuten savun tai tähdet.



KUVA 23. Tilt Brushin käyttöliittymä VR-laseista nähtynä

Tilt Brush on suunniteltu käytettäväksi vapaalla kädellä, mutta 3D-ympäristön hallitseminen vaatii totuttelua. Vapaasti maalatessa viivat voivat joutua vahingossa väärin kohtiin, koska käyttäjällä ei välttämättä ole kunnollista käsitystä siitä kuinka paljon vedoille tulee antaa syvyyttä. Maalaus saattaa esimerkiksi näyttää suoraan edestä katsottuna hyvältä, mutta sivulta tarkastellessa voi paljastua tahattomia virheitä. Tilt Brushiin voidaan onneksi tuoda valmiita 3D-malleja, joiden avulla voidaan paremmin arvioida vetojen syvyydet ja sijainnit. Maalausohjelma tarjoaa lisäksi muutamia valmiita apumuotoja, joita käyttäjä voi muokata itselleen sopiviksi. Sivellin tunnistaa muodon pinnan ja tarttuu automaattisesti kappaleeseen maalauksen helpottamiseksi. Alku hankaluuksista huolimatta Tilt Brushin 3D-ympäristöstä on paljon hyötyä ja iloa, sillä sen ansiosta käyttäjä voi kävellä taideteoksensa ympärillä ja suunnitella huoneen kokoisia maisemia. Tilt Brushista povataankin isoa menestystä muun muassa muotialalla, koska suunnittelijat voivat maalata luonnoksiaan 3D-muodossa ja tarkastella niitä jokaisesta kulmasta. Vaatealan lisäksi Google näkee sovelluksensa soveltuvan

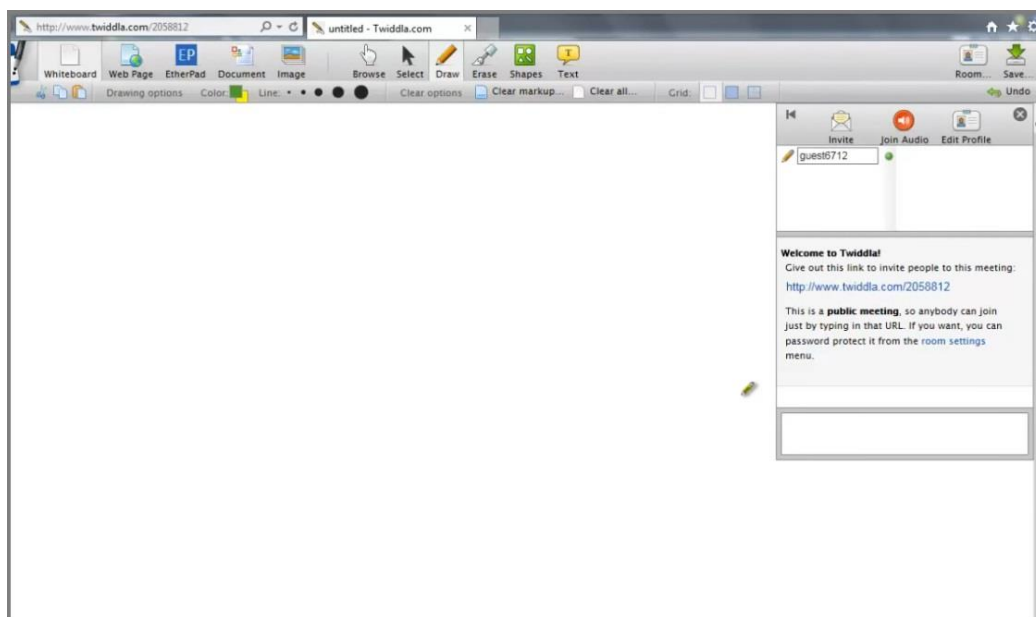
lasten leikkikentäksi, jossa he pääsevät luomaan taidetta ja toteuttamaan omia fantasiamaailmojaan. Liitteissä 6 ja 7 on esillä muiden valmistamia taideteoksia maalausohjelmassa. (CNN Style 2016; DailyMail 2016, Duffy 2016.)

Toimiakseen Tilt Brush tarvitsee Steam-tilin, SteamVR-sovelluksen, VR-lasit ja yhteensopivat ohjaimet sekä riittävät tehokkaan tietokoneen. Tilt Brush on yksi vaativimmista maalausohjelmista, koska 3D-muotoiset ohjelmat ja VR-teknologia vaativat huomattavasti enemmän tehoa tietokoneelta. Minimivaatimuksena on sisältää vuonna 2014 valmistetut prosessorit, kuten Nvidia GTX 980 -grafiikkaprosessori ja Intel i5-4590, jotta kone jaksaisi toistaa sovellusta ilman ohjelman kaatumista tai nähtävän kuvan tökkimistä. Lisäksi koneelta vaaditaan ainakin 4 GB RAM-muistia. Tehokkaan tietokoneen lisäksi Tilt Brush tarvitsee ilmaisen Steam-tilin, koska Steam on ohjelman jakelu- ja toimintaympäristö. Tilin ohella tarvitaan myös SteamVR-sovellus, joka varmistaa, että laitteet on kalibroitu ja yhdistetty oikein, sekä sovelluksessa määritellään pelialueen rajat. Ohjelma on suunniteltu alun perin käytettäväksi HTC Vive -järjestelmällä, mutta sovellus toimii myös Oculus Rift -lasien ja sen vasta julkaisemien Touch-ohjainten kanssa. (Steam 2016b.)

3.7 Interaktiiviset maalausohjelmat

Vaikka digitaalinen maalaaminen on pääsääntöisesti yhden ihmisen tekemää työtä, jotkin ohjelmat ja sovellukset tarjoavat mahdollisuuden maalata samanaikaisesti muiden kanssa yhteiselle kanvaasille. Jokainen interaktiivinen maalaussovellus tai -ohjelma sisältää chatin, jonka kautta käyttäjät voivat keskustella samaan huoneeseen osallistuvien henkilöiden kanssa ja päättää yhteistyönä maalattavan teoksen osista. Osallistujat voivat maalata myös itsenäisesti kuvia muiden kanssa, täten muodostaen laajoja taidokokonaisuuksia. Erilaiset interaktiiviset maalausohjelmat toimivat sosiaalisina tapaamispaikkoina, sillä yhteen maalaussessioon voi osallistua jopa useita kymmeniä henkilöitä. Jotkin interaktiiviset maalaussovellukset ovat

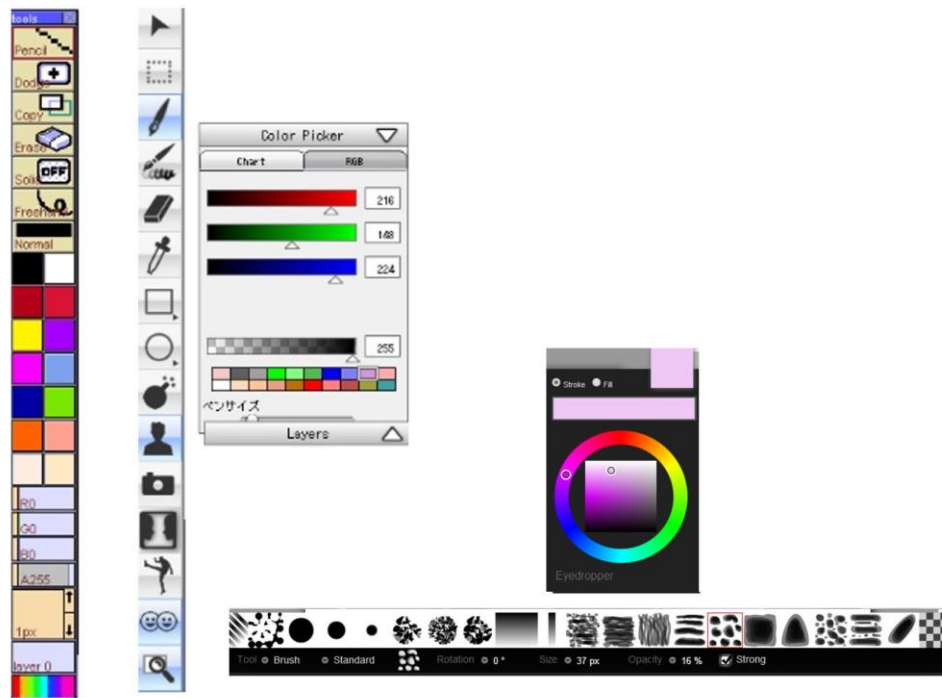
kuitenkin erittäin tarkkoja siitä, ketkä saavat käyttää servereille luotuja huoneita ja osallistua maalaus sessioon. Sovellukset ja ohjelmat saattavat vaatia muun muassa erillisen rekisteröitymisen ja kirjautumisen tai hyperlinkin, jotta käyttäjällä olisi lupa osallistua yksityisiin huoneisiin. Muut sovellukset antavat kuitenkin kenelle tahansa mahdollisuuden osallistua maalaus sessioon ilman erillistä kirjautumista tai rekisteröintiä. Maalaussovellusten ja -ohjelmien etuna on mahdollisuus seurata muiden taitelijoiden käyttämiä maalausprosesseja, mistä on hyötyä etenkin aloitteleville maalaajille. Interaktiivisia sovelluksia ja ohjelmia hyödynnetään maalaamisen ohella myös koulu- ja työympäristöissä, sillä niiden avulla voidaan muun muassa nopeuttaa ideoiden ja töiden jakamista toisille. Kuvassa 24 on nähtävissä Twiddla, joka on yksi työyhteisöissä käytettävistä interaktiivista sovelluksista. (Manga Masters 2016; coSketch 2017; Twiddla 2017.)



KUVA 24. Twiddla-sovelluksen aloitusnäky (EmergingEdTech 2015.)

Lähes kaikista interaktiivisista maalaussovelluksista ja -ohjelmista käytetään yleisnimitystä paintchat, joka juontuu niiden ensimmäisestä versiosta. Alkuperäisen PaintChatin on luonut japanilainen ohjelmoija Shi-chan vuonna 2000, johon perustuvat lähes kaikki nykypäivänä käytetyt interaktiiviset maalaussovellukset. Alkuperäisen version tavoin, suurin osa nykyisistä sovelluksista käyttävät hyvin rajattua ja suppeaa työkaluvalikoimaa, johon kuuluu vain muutama sivellin ja piirtotoiminto. Lisäksi sovellukset

harvoin käyttävät tasoja tai tukevat toimintoa töiden tallentamiseen. Jotkin sovellukset ovat kuitenkin panostaneet maalaustyökaluihin hyvinkin paljon, kuten kuvassa 25 on nähtävissä. Ominaisuuksien vaihtelevuudesta ja vähydestä huolimatta interkaktiiviset maalaussovellukset ovat hyvin suosittuja digitaalisen taiteen tuotossa. (Manga Masters 2016; Wikipedia 2016e.)



KUVA 25. Kolmen erilaisen paintchat-sovelluksen työkaluvalikoima (pink-sea164 2014.)

Interaktiiviset maalaussovellukset ovat pääasiassa selainpohjaisia Java-sovelmia (applet), mutta interaktiivista maalaamista voidaan suorittaa myös perinteisillä tietokoneohjelmilla ja mobiilisovelluksilla, kuten Drawpile-ohjelman ja FlockDraw-sovelluksen avulla. Tietokoneohjelmien etuna ovat niiden valmiiksi sisältämät serverit, joiden avulla isännöidyn maalaussession luominen ja siihen osallistuminen olisi yksinkertaisempaa. Etuihin lukeutuvat myös niiden tarjoamat maalaustyökalut ja toiminnallisuudet, joita on paljon enemmän verrattuna selainsovelluksiin. Lisäksi niissä voidaan avata muissa maalausohjelmissa valmistettuja töitä ja tallentaa luodut teokset sekä käytetyt maalausprosessit. Harvoissa selainpohjaisissa versioissa pystytään myös tallentamaan työt ja prosessit, vaikka suurin osa niistä eivät sisällä minkäänlaista tallennusominaisuutta,

jolloin käyttäjän tulee ottaa itse kuvankaappauksia teoksista. (Drawpile 2017.)

Koska paintchat-selainsovellukset toimivat erilaisten Java-sovelmien avulla, tarvitaan Javaa tukeva selain tai erillinen plug-in-tuki käytettävään selaimeen, jotta chatkenttä, maalaustyökalut ja -alue saadaan näkymään oikein. Niiden lisäksi tarvitaan isännöity serveri, jonka joku paintchattiin osallistuvista käyttäjistä yleensä luo tietokoneelleen. Serveri huolehtii muun muassa palvelun jakamisesta ja työkalujen sekä sovelman toiminnosta. Jos käyttäjä haluaa luoda oman paintchat-version, tulee ensin hankkia tarvittavat tiedostot ja ohjelmat sovelman sekä serverin toimintaan. Koska painchateista on useita ilmaisiaversioita, kuten alkuperäinen PaintChat, käyttäjä voi ladata niiden valmiit tiedostopaketit ja ohjeet. Paketit tulee purkaa oikeisiin kansioihin, jotta selain pääsee niihin käsiksi. Paintchat-serverin toimintaan puolestaan tarvitaan yleensä FTP (File Transfer Protocol) ja SSH (Secure Shell) -ohjelmia, kuten PuTTY ja WinSCP. SSH-ohjelman päätarkoituksena on varmistaa turvallinen tiedonsiirto paikallisen ja etäkoneen välillä sekä luoda tarvittavat tiedostot serveriin, kun taas FTP-ohjelmaa tarvitaan yhteyden luomiseksi käytettävään serveriin. Jotkin interaktiiviset ohjelmat käyttävät TCP-protokollaa (Transmission Control Protocol), jolla voidaan taata turvallinen tietojen välitys tietokoneiden välillä. Tiedostopakettien purkamisen jälkeen selain tunnistaa automaattisesti lisätyt tiedostot ja kutsuu sovelman metodeja. (Mehta 2009; psychol-bob 2008; Wikipedia 2015b; Wikipedia 2016e; Wikipedia 2016f; Wikipedia 2017b; Wikipedia 2017c.)

4 LAITTEET

4.1 Piirtopöydät ja stylukset

Piirtopöydät ovat yleisimpiä digitaalisia maalausvälineitä ja ovat pääsääntöisesti USB-johdolla tietokoneeseen liitettäviä, mutta joitakin uudempia malleja voidaan käyttää langattomasti Bluetooth-yhteyden avulla. Langattomasti käytettävässä laitteessa tietokoneeseen liitetään USB-adapteri, joka lähettää Bluetooth-signaalia adapterin ja laitteen välillä hyödyntäen lyhyen kantaman radioaaltoja (Wikipedia 2017). Langaton laite tarvitsee myös toimiakseen erillisen virtalähteen, johon se kytketään johdon avulla, kun USB-johdoilla yhdistetyt laitteet saavat puolestaan tarvitsemansa energian suoraan tietokoneelta. Digitaalisten maalaustyökalujen etuja lisää niiden käännettävyys sopivaksi vasenkätisille, mikä lisää laitteiden suosiota. (Wacom 2016b; Huion 2017.)

Vaikka laitetarjontaa on paljon, Wacomista on muodostunut yksi suosituimmista valmistajista laadun, teknologian ja laajan valikoiman suhteen. Wacomin lisäksi yleisimpiin tuotemerkkeihin kuuluvat Huion ja Ugee, jotka pyrkivät valmistamaan halvempia laitteita kuluttajille. Halvemman hinnan takia laitteissa on kuitenkin vaihteleva paineentunnistus ja kosketusherkkyys, sekä osa maalauslaitteiden styluksista sisältävät erillisen virtalähteen, joka tekee styluksen käytöstä hieman kömpelömpää. Mainitut seikat ovat osasyynä siihen, että Wacom pysyy suosituimpana merkinä. Lukuisien merkkien ja mallien välillä on muitakin poikkeavuuksia, sillä maalauslaitteiden toiminnallisuus, kuten painikkeiden määrä, ja piirtoalueen koko vaihtelevat. Piirtopöytien aktiivinen alue eli piirtoalue vaihtelee tavallisimmin noin 15x10 ja 30x20 senttimetrin välillä, ja koon vaihtelu on yksi tekijä laitteiden arvossa, sillä isompi piirtoalue lisää laitteen hintaa. Jotkin piirtopöydät sisältävät multi-touch ominaisuuden, mikä tarkoittaa, että näytön kursoria eli kohdistinta tai sen muita toimintoja voidaan ohjata sormilla ilman stylusta. Yleisimpiä multi-touch-toimintoja ovat esimerkiksi kuvan skaalaus ja kiertäminen erilaisilla liikkeillä, kuten nipistämällä. Laitteet

saattavat sisältää myös ulkoisia tai sisäisiä painikkeita, joita voidaan ohjelmoida uudelleen suorittamaan haluttuja toimintoja, kuten juuri tehdyn muokkauksen kumoamisen. Kuvassa 26 oleva Trustin piirtopöytä on yksi niistä malleista, jotka sisältävät sisäisiä painikkeita. Aktiivisen alueen yläreunassa on merkittyjä kohtia, joita koskettamalla styluksella voidaan muun muassa avata ja tallentaa tiedostoja sekä avata tiettyjä ohjelmia, kuten Word. Painikkeiden sijoittelu voi olla kuitenkin häiritsevää, sillä niihin saatetaan osua vahingossa ja niiden tekemien muutosten korjaamisesta syntyy turhaa työtä. Painikkeet voidaan kuitenkin laittaa offline-tilaan laitteiden asennusohjelmien avulla häiriöiden minimoimiseksi. (Calore 2012; Teoh 2014a; Wacom 2016b; Huion 2017.)



KUVA 26. Vertailussa Wacomin, Huionin ja Trustin valmistamat piirtopöydät vasemmalta oikealle (Prokoudine 2013; Amazon 2017.)

Digitaalista maalaamista tehdään yleisimmin maalauslaitteiden kanssa yhteensopivilla stylus-kynillä. Styluksista on saatavilla kahta mallia, aktiiviset ja passiiviset, joiden sisältö ja toimintaperiaatteet poikkeavat toisistaan. Aktiiviset stylukset sisältävät signaaleja lähettävää elektroniikkaa, jotta maalauslaite tunnistaa sen sijainnin. Passiivisissa styluksissa puolestaan elektroniikan osuus on minimaalinen, sillä sen ainoana tehtävänä on johtaa sähköä tai tuottaa riittävästi painetta riippuen maalauslaitteen rakenteesta. Lähinnä mobiililaitteet käyttävät passiivia styluksia, kun taas aktiivisia käytetään piirtopöytien ja -näyttöjen kanssa. Stylus toimii tietokonehiiren kaltaisesti, mutta mahdollistaa luonnollisen tavan liikuttaa kättä maalatessa. Luontevan liikkeen takaa niiden sisältämä erittäin tarkka, jopa 2048 tason, paineherkkyyden tunnistus sekä jopa 60 tason kallistuskulman tunnistus 40 asteen kulmasta (Wacom 2016b). Stylusten kyky tulkita

kallistuskulmaa mahdollistaa kädelle vapaan liikkuvuuden, kun taas paineentunnistus takaa, että maalaajan tekemä jälki vaihtelee värikylläisyyttä ja paksuutta vetojen aikana, kuten perinteisesti maalatessa. Styluksistakin voidaan valita itselleen sopivimmat mallit, sillä muun muassa pelkästään Wacom tuottaa useita toisistaan poikkeavia versioita, joiden toiminnallisuus, teknologia ja käytettävyys vaihtelevat, kuten kuvassa 27 on nähtävissä. Joihinkin styluksiin on esimerkiksi saatavissa vaihdettavia piirtokärkiä (nib), joiden erilainen rakenne, jousitus ja materiaali vaikuttavat tehtyyn maalausjälkeen, sillä kärjen ja piirtoalueen pinnan välinen kitka muuttuu. Lisäksi joissakin malleissa on digitaalinen pyyhekumi styluksen toisessa päässä, jonka maalausohjelma ja -laite tunnistavat automaattisesti kosketuksen yhteydessä. Stylukset sisältävät usein myös omia painikkeita, jotka vastaavat hiiren klikkauksien toimintoja. Valmistajasta riippuen jotkin mallit tarvitsevat erillisen virtalähteen toimiakseen, kuten pariston, akun tai johdon. Paristolliset ja johtoja käyttävät stylukset ovat kuitenkin kömpelöitä, sillä johto rajoittaa liikkuvuutta ja paristo tekee kynästä painavan sekä hankalamman käyttää, koska styluksen painopiste muuttuu. Johdon avulla toimivat stylukset ovat kuitenkin jo historiaa ja paristoja käytetään enää muutamissa malleissa. Yleisimmin stylukset käyttävät toimiakseen sähkömagnetismia, jonka teknologia eliminoi erillisen virtalähteen tarpeen tai sähköstaattisuutta. (Wacom 2016b.)



KUVA 27. Wacomin eri stylusmalleja (Mishra 2016.)

Piirtopöytien ja stylusten lisäksi tarvitaan vielä monitori ja tietokone, johon piirtolaite yhdistetään. Erillisen näytön katseleminen maalatessa voi olla joillekin käyttäjille hankalaa aluksi, sillä piirtopöydän aktiivisen alueen koko on yleensä paljon pienempi kuin katseltava näyttö. Kokoero vaikeuttaa käden ja silmän koordinaatiota, sillä perinteisesti maalatessa käyttäjä on totunut seuraamaan katseella koko ajan käden liikettä. Koordinaatio vaikeuksien takia käyttäjä saattaa vaikkapa vahingossa maalata aktiivisen alueen yli tai osua piirtopöydän sisäänrakennettuihin painikkeisiin. Maalauslaitteiden tehokas käyttö vaatii henkilöstä riippuen hieman totuttelua.

4.2 Piirtopöytien teknologia

Piirtopöytien toiminta poikkeaa riippuen valmistajasta ja käytetystä teknologiasta. Piirtopöytien sisältämä piirtoalue eli sensorilevy koostuu ohjainpiiristä sekä anturipiiristä, joka sisältää pieniä ruudukkoon sijoiteltuja antennikäämiä. Antennikäämien muodostaman ruudukon tarkoituksena on vastaanottaa styluksen lähettämiä signaaleja tai vaihdella signaalien vastaanottamisen ja lähettämisen välillä, jotta stylus ja piirtopöytä voisivat keskustella toisilleen. Signaalitilojen vaihto tapahtuu muutaman mikrosekunnin välein, jotta styluksen liikkeet voidaan näyttää ohjelmassa reaaliaikaisesti. Ohjainpiiri puolestaan valvoo antennikäämien toimintaa, jotta laite osaa päätellä missä styluksen lähettämä sähkövirtaus kulkee. Stylus sisältää myös elektroniikkaa, kuten mikrosirun ja modulaattorin sekä lähettimen. Mikrosiru seuraa laitteen toimintoja ja modulaattori muuttaa styluksen saaman signaalin tunnistettavaksi. Lähetin puolestaan vastaa styluksen muodostaman signaalin välittämisestä sensorilevylle. Yleisimmät teknologiat piirtopöydissä ovat Wacom patentoima EMR-teknologia eli sähkömagneettinen resonointi sekä tavallinen sähkömagneettinen induktio. (Kershner 2012; Wacom 2017b.)

4.2.1 EMR-teknologia

Wacom käyttää tuotteissaan itse kehittelmäänsä ja patentoimaansa EMR-teknologiaa eli sähkömagneettista resonointia, joka toimii hyödyntämällä lukuisia sensoreita, algoritmeja ja nopeaa datan siirtoa. EMR:n nimi juontuu tavasta, jolla laitteiden luomat sähkömagneettiset kentät lähettävät toisilleen värähtelytaajuuksia. Stylus ja piirtopöytä vastaavat toistensa signaaleihin resonoimalla eli värähtelemällä taajuuksien mukana. (Kershner 2012; Kushwaha 2017; Wacom 2017b.)

EMR-teknologialla toimivat maalauslaitteet vaihtelevat kahden signaalitilan välillä, mistä juontuu nimitys aktiiviset piirtopöydät, koska laitteet osallistuvat signaalien luontiin. Lähetystilassa piirtopöydän sensorilevy luo oman sähkömagneettisen kentän, joka lähettää tietyn värähtelytaajuuden omaavan signaalin stylukselle. Magneetikenttä siirtää samalla langattomasti energiaa stylukselle. Kun stylus on vastaanottanut sensorin lähettämän energian, se uudelleenohjaa energiavirtauksen mikropiiristönsä läpi, jossa modulaattori muuttaa energian RF-signaaliksi (radio frequency). Muutoksen jälkeen piirtopöydän sensori lakkaa lähettämästä ja vaihtaa tilansa signaalin kuunteluun. Stylus resonoi saamaansa signaaliin luomalla oman magneetikentän, joka lähettää sensorilevylle sähkömagneettisen signaalin. Sensorilevyn sisältämä antennikämmiruudukko tunnistaa styluksen lähettämän signaalin ja yhdessä ohjainpiirin kanssa piirtopöytä mittaa signaalin vahvuutta. Mittauksen ja tunnistuksen jälkeen piirtopöytä lähettää uusia signaaleja stylukselle. (Kershner 2012; Kushwaha 2017; Wacom 2017b.)

Laitteiden välinen keskustelu mahdollistaa piirtojäljen siirtymisen digitaalisesti ruudulle, sillä tietokoneelle lähetettävä data sisältää stylukseen ja piirtopöytään kohdistetun paineen, nopeuden sekä kallistuskulman, jotka vaikuttavat siihen millaisena jälki toistetaan maalausohjelmassa. Niiden lisäksi datan mukana siirtyy tieto styluksen paikasta, liikeradasta ja painikkeiden klikkauksesta. EMR-teknologian ansiosta stylus ei tarvitse erillistä

virtalähdettä, mikä tekee niiden käytöstä luonnollisempaa. Sähkömagnetismin pohjautuvan teknologian avulla piirtopöytä kykenee tunnistamaan kynän sijainnin ilman suoraa kosketusta eli kursoria voidaan ohjata styluksen ollessa muutaman millin päässä aktiivisesta alueesta. (Kershner 2012; Kushwaha 2017; Wacom 2017b.)

4.2.2 Sähkömagnetismi, sähköstaattisuus ja muut teknologiat

Yleisin keino EMR:n ohella on käyttää tavallista sähkömagneettista induktiota tai sähköstaattista induktiota. Teknologioiden erona EMR:ään on, etteivät piirtopöydät tai -näytöt vaihtelee signaalitiloja, vaan ne pysyvät koko ajan styluksen signaaleja kuuntelevassa tilassa. Toimintaperiaatteet takia maalauslaitteita kutsutaan passiivisiksi, koska ne eivät osallistu signaalien lähettämiseen. Sähköstaattisesti toimivissa laitteissa styluksen tulee aina sisältää erillinen virtalähde, jotta tunnistettavan signaalin muodostamiseen saataisiin riittävästi energiaa. Lisäksi styluksen tunnistamiseen vaaditaan laitteiden jatkuva suora kosketus toisiinsa toisin kuin sähkömagnetismin avulla toimivissa. Sähköstaattisten styluksien kanssa hyödynnetään tästä syystä aktiivisen alueen kapasitiivisuutta, joka toimii laitteen sisältämän metalliruudukon keräämällä sähköstaattisuudella. Aktiivinen alue tunnistaa styluksen sähkövirran, jolloin laitteet tunnistavat toisensa tietyn etäisyyden päästä ilman kosketusta. Wacom on patentoinut myös sähköstaattisuuden perustuvan AES-teknologian (active electrostatic) EMR:n lisäksi, jonka tarkoituksena on kilpailla aiemmin johtaneen N-trig-yrityksen kanssa, joka valmistaa aktiivisia styluksia. AES toimii siten, että piirtopöydän sensorilevyn sisältämistä sähköstaattisista ruudukoista yksi toimii lähettävänä yksikkönä sähkövirtaa tuottavan styluksen kanssa ja muut ruudukot toimivat vastaanottavina. Lähettävät yksiköt luovat sähkökentän, jonka varaus tunnistetaan vastaanottavassa ruudukossa, minkä perusteella laite tunnistaa stylukseen kohdistetut liikkeet ja toiminnat. (Wacom 2017c; Wikipedia 2017a.)

Sähköön perustuvien teknologioiden lisäksi laitteissa käytetään muita menetelmiä, kuten ääneen, infrapunaan tai kameroihin perustuvaa liikkeen

tunnistusta. Lisäksi jotkin mallit hyödyntävät kapasitiivista ja resistiivistä elektroniikkaa, kuten multi-touch-ominaisuutta tukevat piirtopöydät ja -näytöt sekä mobiililaitteet. Optisissa laitteissa käytetään valonlähteitä ja peilejä näytön kulmissa, joiden avulla saadaan heijastettua infrapunavaloa koko näytölle. Styluksen kosketus pintaan rikkoo tasaisesti levittyneen infrapunan ja optinen sensori tulkitsee styluksesta syntyneen tumman pisteen tai varjon. Styluksen tulee kuitenkin olla riittävän laaja pinta-alaltaan luodakseen tulkittavan pisteen. Optista teknologiaa käytetään pääasiassa tietyissä kosketusnäytöissä. Kameroita hyödyntävissä laitteissa stylus sisältää pienen infrapunakameran, joka seuraa alustan sisältämän pisteruudun pisteitä styluksen liikuessa niiden välillä. Kameroihin perustuvaa teknologiaa käytetään nykyään lähinnä Smartpen-kynissä ja niiden käyttämissä piirtoalustoissa ja erikoispapereissa. Akustiikkaan perustuvissa piirtopöydissä on puolestaan sisäänrakennettuja mikrofoneja, jotka kuulevat styluksen elektroniikan muodostaman ääniaallon. Ääniaallon levitessä styluksen kärjestä, laitteet mittaavat ajan kulkua kunnes lähimmät mikrofonit tunnistavat äänen. Styluksen sijainti voidaan täten laskea äänen nopeuden, trigonometrian ja kuluneen ajan yhteisvaikutuksesta. (Sparking Stylus for Acoustic Digitizer/1990; Wikipedia 2008; Launder 2016; Wacom 2017b.)

4.3 Piirtonäytöt

Piirtonäytöt eivät ole yhtä yleisesti käytettyjä harrastelijoiden keskuudessa, sillä ne maksavat useita satoja, jopa tuhansia euroja. Digitaaliset piirtonäytöt ovat kuitenkin laadultaan paljon parempia verrattuna tavallisiin piirtopöytiin, koska ne ovat suunniteltu ja rakennettu luomaan paras mahdollinen työväline digitaalisille taiteilijoille. Sisäänrakennetut näytöt ovat yleensä erittäin tarkkoja ja niiden resoluutio sekä värintoisto saattavat jopa ylittää tavallisten monitorien standardit. Näytöt käyttävät yleisimmin HD-resoluutiota, mutta eri valmistajien välillä saattaa olla kuitenkin paljon eroa. Korkeampi resoluutio ja laadukas värintoisto takaavat, että maalauksen tekemät työt näyttävät teräviltä ja pienimmätkin yksityiskohdat voidaan

tehdä vaivatta. Piirtonäyttöjen erikoisuuksiin kuuluu myös paljon nopeampi piirtojälgjen renderöinti kanvaasille sekä erikoiskäsitelty pinta. Tietyissä malleissa näyttöjen pintaa on käsitelty tavoin, joka saa sen tuntumaan paperimaiselta. Tekstuuripinnalla pyritään luomaan käyttäjälle miellyttävä ja luonnollinen alusta digitaalisen taiteen tuotolle, sillä stylus liukuu näytön pinnalla eri tavoin kuin käsittelemättömissä. Lasipintaisissa näytöissä efekti saadaan aikaan pinnan ja styluksen kärjen välisellä kitkalla, joka vaihtelee styluksen piirtokärjen mukaan. Muovipintaisissa näytöissä puolestaan pintakalvoa on käsitelty siten, että se tuntuu hieman rakeiselta. Tämän hetkisiä suosituimpien piirtonäyttöjen valmistajia ovat Wacom omalla Cintiq-sarjallaan sekä Huion, Bosto ja Ugee, jotka valmistavat laadukkaita, mutta halvempia malleja. (Teoh 2014b; Wacom 2016b; Huion 2017.)

Piirtonäytöistä on kahta eri tyyppiä, joista toiset toimivat pelkästään erillisiä näyttöinä ja toiset ovat tietokoneen sekä näytön yhdistelmiä. Pelkkinä näyttöinä toimivat laitteet vaativat liittämisen tietokoneeseen HDMI-johdon avulla ja laite tulee liittää seinän pistokkeeseen virtajohdolla, jotta piirtonäyttö saisi riittävästi energiaa toimintojensa suorittamiseen. Hybridit voivat puolestaan toimia täysin langattomasti ladattavan akun ja tehokkaan elektroniikan avulla, jotka vastaavat maalausohjelmien laitevaatimuksia. Tiettyjen komentojen nopeuttamiseksi yhdistelmälaitteisiin voidaan kiinnittää lisälaitteita, kuten näppäimistö tai hiiri, jos laitteen sisältämät pikanäppäimet eivät riitä. Kuvassa 28 nähtävä Wacomin MobileStudio Pro on yksiä niistä hybridi malleista, jota voidaan käyttää itseäisesti tai laite voidaan liittää tietokoneeseen, jolloin hybridi toimii tavallisen piirtonäytön tavoin. (Wacom 2016b.)



KUVA 28. Wacomin MobileStudio Pro (Wacom 2017.)

Kuten piirtopöydät, myös -näytöt toimivat samoilla periaatteilla ja teknologisilla ratkaisuilla, sillä erolla, että niissä on nimensä mukaisesti sisäänrakennettu näyttö, johon maalataan suoraan. Tämä takaa paremman ja yksityiskohtaisemman jäljen, sillä käyttäjä näkee koko ajan mitä on tekemässä. LCD-näytöissä on kuitenkin pieni ongelma, sillä sen metalliset osat, kuten kehys näytön ympärillä, saattavat häiritä styluksen ja piirtoalueen välistä sähkömagnetismia. Kentän toimintaa häiritsevät osat voidaan kuitenkin eristää ja laitteen ohjainpiiri tunnistaa styluksen ja metalliosien lähettämien signaalien erot (Kershner 2012). Piirtopöytien kaltaisesti jotkin piirtonäytöt hyödyntävät multi-touch-toimintoa ja erillisiä painikkeita, joiden tarkoituksena on helpottaa digitaalisen taiteilijan työskentelyä. Kuitenkin esimerkiksi uusimmissa Cintiq-mallin piirtonäytöissä ulkoiset painikkeet on poistettu, sillä käyttäjien mielestä painikkeet olivat huonosti sijoiteltu ja häiritsivät työntekoa aiheuttamalla tahattomia virheitä. Pikanäppäimiä tarvitaan kuitenkin nopeuttamaan työskentelyä, joten ruudulta poistettujen painikkeiden korvaajaksi on kehitelty erillinen langaton lisälaite, ExpressKey Remote, joka voidaan sijoittaa magneettipohjansa ansiosta piirtonäyttöjen metallikehykseen. ExpressKey-ohjain tarjoaa huomattavasti enemmän ohjelmoitavia pikanäppäimiä ja paremman ohjattavuuden kosketusrenkaan avulla. Kuvassa 29 on vertailn vuoksi kahden eri valmistajan piirtonäyttöjä. (Wacom 2017a.)



KUVA 29. Vasemmalla on Huion-merkkinen näyttö (Huion 2017). Oikealla on Wacomin Cintiq-mallin piirtonäyttö (Wacom 2017.)

Piirtonäytöt liitetään tietokoneeseen yleisimmin HDMI-johtojen avulla, mutta joidenkin versioiden ominaisuudet saattavat tarvita DisplayPort-liitäntöjä ja riittävä tuen tietokoneen näytönohjaimelta toimiakseen oikein. Wacomin Cintiq 27QHD Touch -näyttö esimerkiksi tulee yhdistää DisplayPort-liitännällä, jotta laitteen tarjoamaa 2560x1440 resoluutiota voitaisiin käyttää. Laitteen muihin erikoisominaisuuksiin kuuluu laajaa 97 % Adobe RGB -väriavaruus, jonka avulla käyttäjä saa mahdollisuuden työskennellä jopa 1.07 miljardilla värillä. Värikirjoa varten tarvitaan kuitenkin näytönohjain, joka tukee vähintään 10-bittistä kuvaa. Adobe RGB:n lisäksi piirtonäytössä käytetään Rec. 709 -väriavaruutta, joka on kansainvälinen standardimäärittely teräväpiirto- eli HD-laitteille. Määrittely huolehtii värien sovittamisesta jokaiselle näytettävälle kuvalle, sillä Rec vaikuttaa muun muassa laitteen sallittuihin kuvataajuuksiin, väreihin, resoluutioon sekä gamma-arvoon. Tarkkaan määriteltyjen arvojen sekä tarkkojen värien ja resoluutionsa ansiosta Wacomin Cintiq-sarjan tuotteet pysyvät suosituimpina piirtonäyttöinä. (DPreview 2012; Shipsides 2013; Wacom 2017a.)

4.4 Virtuaalitodellisuusjärjestelmät

Virtuaalitodellisuusjärjestelmät ovat yksiä uusimmista teknologioista, joita voidaan hyödyntää digitaalisessa maalaamisessa. Yleisimmin käytetyt versiot ovat HTC Vive (kuva 30) ja Oculus Rift (kuva 31), jotka muodostuvat visiireistä, ohjaimista ja erilaisista sensoreista. Virtuaalitodellisuuslasit eli

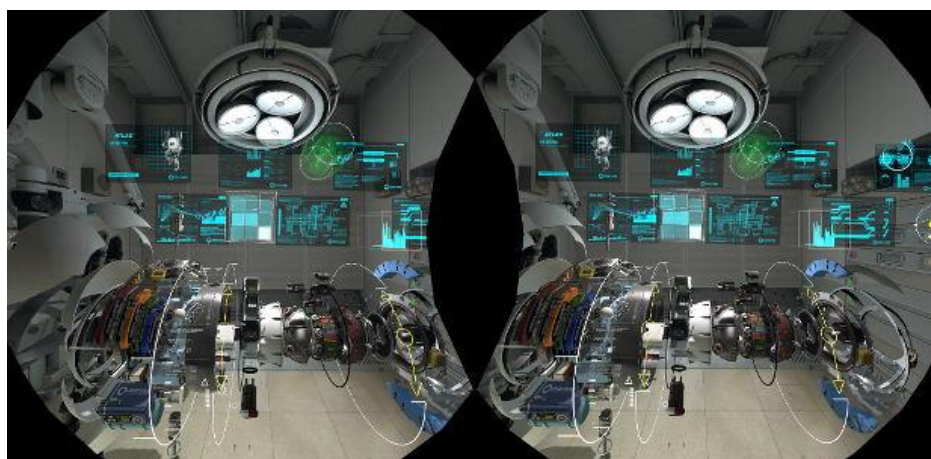
visiirit koostuvat pääasiassa kahdesta näytöstä ja linssistä sekä erilaisista sensoreista. Visiirien eri ominaisuuksia, kuten linssien ja näyttöjen etäisyyttä voidaan säätää käyttäjäkohtaisesti, jotta kaikille voitaisiin taata paras mahdollinen virtuaalikokemus. Visiirien näytöt tuottavat yhteensä 2160x1200 resoluutioisen kuvan, joiden keinotekoinen 3D-ympäristö luodaan lähettämällä näyttöihin hieman eri kulmista tulevaa kuvaa. Kuvat loimituvat päällekkäin imitoimalla silmien luonnollista kuvamuodostamista kuvan 32 osoittamalla tavalla. Koska kyseessä on keinotekoinen 3D-ympäristö, jotkin käyttäjät saattavat kokea päänsärkyä tai huonovointisuutta jopa vähäisestä käytöstä. Visiirien LED-näytöt sisältävät 90 hertsin virkistystaajuuden sekä noin 110 asteen vaakatasoisen näkökentän, jotta näytettävä kuva pysyisi reaaliaikaisena ja luonnollisena. Virtuaaliympäristön realistisuutta pyritään lisäämään myös tarkkaan määritellyllä kuvasuhteella. Vive esimerkiksi käyttää laseissaan 9:5 kuvasuhdetta, jonka oletetaan näyttävän aidommalta, koska ihmiset näkevät pystysuunnassa paljon laajemman alueen. Visiirien ominaisuudet, kuten virkistystaajuus ja korkea resoluutio varmistavat, että käyttäjä pystyy liikkumaan luontevasti yksityiskohtaisesti toistettavien grafiikoiden keskellä. (Oculus 2017b, Smith & Andronico 2016; Steam 2016a.)



KUVA 30. HTC Vive VR-järjestelmä (HTC Vive & Steam 2016.)



KUVA 31. Oculus Rift VR-järjestelmä ja Touch-ohjaimet (Oculus 2017.)



KUVA 32. Keinotekoisien 3D-kuvan luonti (Meer 2016.)

Jotta visiirien ja ohjainten liikkeitä tulkittaisiin oikein, tarvitaan tarkat sensorit niin käytettävässä VR-setissä kuin liikettä seuraavissa laitteissa. Rift ja Vive sisältävät erilaisia mikrosysteemejä (MEMS), kuten kiihtyvyysanturin ja gyroskoopin sekä laser-asentoantureita ja magnetometrejä, joiden avulla käyttäjän tekemiä liikkeitä pystytään seuraamaan mahdollisimman tarkasti reaaliajassa. Sisäänrakennettujen asentoanturien ja gyroskoopin ansiosta käyttäjä voi liikuttaa päätään haluttuun suuntaan kuvan samalla liikkuen luontevasti mukana. Kiihtyvyysanturi puolestaan huolehtii, että liikkeen nopeus ja suunta voidaan tulkita virheettösti. Reaaliaikainen ja tarkka liikkeen seuranta lisää virtuaaliympäristön immersiiivisyyttä eli käyttäjän kokemaa syventymistä sovelluksen tapahtumiin. Visiirit sisältävät lähes samat sensorit, mutta pientä vaihtelua sisällössä tapahtuu valmistajan

mukaan, esimerkiksi Rift hyödyntää magnetometrejä liikkeen tunnistuksessa kun Vive puolestaan käyttää laser-antureita. Muita eroavaisuuksia visiirien välillä on Vive-lasien sisältämä pieni etukamera sen alaosassa, joka mahdollistaa AR-tekniikan (augmented reality) käytön. AR-tekniikan ansiosta virtuaalisia ja fyysisiä elementtejä voidaan sekoittaa keskenään yhdessä Viven Chaperone-opastusjärjestelmän kanssa. (Nield 2016; Smith & Andronico 2016; Steam 2016; Oculus 2017d.)

Erilaisten liikesensorien ja opastusjärjestelmien avulla visiirit ja sovellus osaavat ilmoittaa käyttäjälle, jos tämä on vahingossa liikkunut liian lähelle pelialueen rajoja. Visiireistä on nähtävissä alueen rajaava ruudukko, jonka sisällä laitteita voidaan käyttää. Sisäänrakennetun helppotoimisuuden sekä turvajärjestelmien avulla pyritään luomaan katkeamaton virtuaalitoimittelu kokemus. Rajatun pelialueen maksimikoko vaihtelee VR-järjestelmien välillä, esimerkiksi Vive tarjoaa käyttäjälleen pinta-alaltaan jopa 5x5 metrin kokoisen alueen. Tila kattaa kokonaisen huoneen, jossa käyttäjä voi kävellä ja liikkua vapaasti. Rift puolestaan sisältää hieman pienemmän pelialueen, joka on noin 2x2 metriä. Oculus Riftin käyttämää pelialuetta voidaan kuitenkin kasvattaa lisäämällä liikettä tulkitsevien sensorien määrää ja laitetta suositellaankin käyttämään kolmen sensorin avulla. Rift-settiä käyttäessä liikettä seuraavat sensorit suositellaan asettamaan samansuuntaisesti käyttäjän eteen tarkemman tunnistuksen saamiseksi, mutta 360 asteen seuraamiseen sensorit tulee asettaa vastakkain molemmissa VR-järjestelmissä. Oculusin Constellation-seurantajärjestelmä, Viven Lighthouse-asetat sekä liikesensorit käyttävät infrapunalasereita visiirin ja ohjainten seurannassa. (Nield 2016; Smith & Andronico 2016; Oculus 2017a; Oculus 2017d; Steam 2016.)

Molemmat VR-setit sisältävät parin langattomia ohjaimia, joita käytetään apuna sovelluksen hallinnassa. Kuten visiirit, myös ohjaimet sisältävät kymmeniä sensoreja, joiden avulla seurataan käyttäjän liikkeitä. Sensoreiden avulla käyttäjälle voidaan antaa lisäksi haptista palautetta, kuten värinää, riippuen mitä käytettävässä sovelluksessa tapahtuu. Käyttäjä voi

esimerkiksi saada haptista palautetta käsitellessään interaktiivista objektia, kuten Tilt Brushin apukappaleita. Vive- ja Touch-ohjainten välillä on muutamia eroja niin toiminnallisuudessa kuin ulkonäössä. Viven ohjaimiin kuuluu kosketusalue, jonka avulla käyttäjä ohjaa sovelluksen toimintoja, kun taas Oculuksen Touch -ohjaimissa liikkuminen tapahtuu analogisten sauvojen avulla. Muina eroina voidaan mainita ohjainten käyttämät virtalähteet ja käsieleet, joita voidaan tehdä tällä hetkellä vain Touch-ohjaimilla. Virtalähteinään Vive-ohjaimissa käytetään uudelleen ladattavia litium-akkuja ja Touch-ohjaimissa tavallisia AA-pattereita. (Pino 2016; Steam 2016a.)

Virtuaalitodellisuusjärjestelmät ovat digitaalisista maalauslaitteista kaikkein vaativimpia, sillä ne tarvitsevat toimiakseen erittäin tehokkaan tietokoneen. Käytettävään tietokoneeseen suositellaan grafiikkaprosessoriksi ja tietokoneen prosessoriksi jokin uusimmista malleista, kuten vuonna 2014 julkaistut GeForce® GTX 970 tai AMD Radeon™ R9 290 ja Intel® i5-4590 tai AMD FX 8350. Prosessorien tulee olla tehokkaita, jotta tietokone pystyy suorittamaan haluttua sovellusta ilman häiriöitä, kuten tökkimistä, hidastelua tai ohjelman kaatumista. RAM-muistia suositellaan Vive-setissä varamaan minimissään 4 GB, mutta Oculus Rift vaatii jopa 8 GB. Lisäksi laitteiden liittämiseen vaaditaan useita USB-portteja, sillä ne käyttävät yleensä tietokoneesta saatua virtaa ja lähettävät keräämäänsä datan USB:n välityksellä. Jotkin VR-settien osat käyttävät kuitenkin seinäpistokeita päävirtalähteenään. VR-setit saattavat tarvita erillisen käyttäjätilin tiettyyn ohjelmistoon, kuten Vive, joka tarvitsee Steam-tilin, jonka kautta sovelluksia hankitaan ja käytetään. Visiirien tietokoneeseen liittämiseen tarvitaan joko HDMI 1.4-, HDMI 1.3-, DisplayPort 1.2- tai DVI-johtoja, jotta kuva laitteiden välillä voidaan lähettää. Tarvittavien johtojen määrä on yksi rajoittava tekijä VR-laitteiden käytössä, sillä johdot vaikeuttavat vapaata liikkumista. HTC Vive onkin tästä syystä kehittämässä täysin langatonta visiiriä, joka saa virtansa erillisestä akusta. Pienen kokonsa ansiosta akkua voidaan kantaa vaikkapa vaatteiden taskussa. Langaton visiiri tarvitsee

lisäksi erillisen lähettimen ja vastaanottimen signaaleille, joiden avulla kerätty data ja videokuva voidaan lähettää langattomasti laitteiden ja tietokoneen kesken. TPCast-vastaanotin liitetään visiireihin johdoilla ja seinään kiinnitettävä lähetin liitetään tietokoneeseen HDMI-johdon sekä USB-aseman avulla. (Balabanian 2016; Crecente 2017; Oculus 2017b; Steam 2016a; Engadget 2017; Tested 2017.)

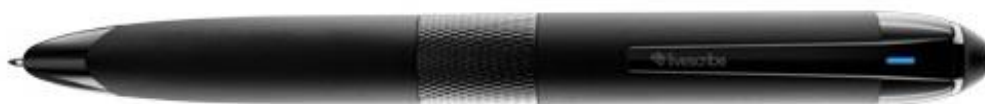
4.5 Muut digitaaliset maalaus- ja piirtolaitteet

Piirtopöytien ja -näyttöjen lisäksi digitaalista taidetta voidaan tehdä myös erikoisempien laitteiden kanssa, kuten digitoivien jäljennyslaitteiden, Smartpen-kynien tai tavallisten mobiililaitteiden avulla. Kyseiset laitteet tarjoavat käyttäjälleen niin etuja, kuin haittapuoliakin. Laitteiden etuihin kuuluu muun muassa helppo kuljetettavuus pienen kokonsa takia ja osaa laitteista voidaan käyttää ilman erillistä näyttöä. Älykynissä ja mobiililaitteissa tehdyt työt voidaan tallentaa laitteiden sisäiseen muistiin, mikä helpottaa töiden kuljetettavuutta ja esteetöntä käyttöä. Haittoihin kuuluu toisaalta älykynien vaatimat erikoispaperit ja ohjelmat, joita tietyt merkit käyttävät toimiakseen. Lisäksi mobiililaitteiden ruudun pieni koko ja epä-tarkkojen styluksien käyttö saattavat vaikeuttaa digitaalisen taiteen tuottamista.

4.5.1 Älykynät

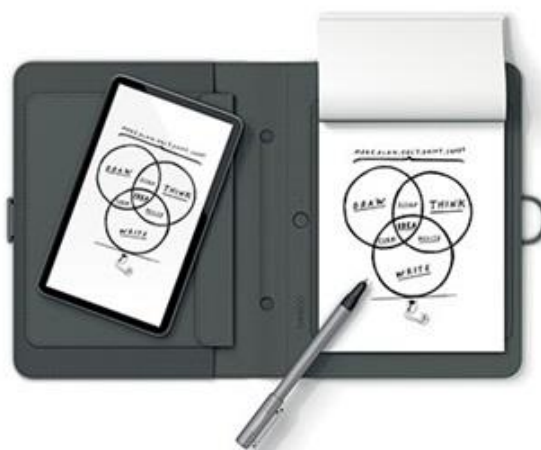
Älykynät toimivat pääasiassa kahden eri periaatteen mukaan: erikoispaperin ja kameran avulla tai kynään sijoitetun lähettimen ja erikoisalustan kanssa. Älykynät hyödyntävät yleisimmin juuri erikoispapereita ja sisäänrakennettuja infrapunakameroita. Erikoispaperit sisältävät mikroskooppisen pieniä pisteitä, jotka on sijoiteltu ruudukkoon. Infrapunakamera seuraa kynän liikkeitä pisteiden välillä ja tulkitsee niiden sijainnista kynään nähden käyttäjän tekemät liikkeet. Merkistä riippuen kamera seuraa joko musteen leviämistä pisteiden välillä tai älykynä tallentaa muistiinsa käyttäjän piirtämän liikeradan. Livescribe-kynien (kuva 33) sisäänrakennettu kamera ei esimerkiksi seuraa musteen leviämistä, vaan kynä keskittyy muistamaan

piirretyn viivan paperin pisteiden sijainnista riippuen. Kameran saama data kynän sijainnista, liikeradasta ja käytetystä paineesta siirretään joko Bluetooth-yhteyden tai USB-johdon kautta yhteensopivaan mobiili- tai tietokonesovellukseen.



KUVA 33. Livescribe 3 -älykynä (Anoto 2017.)

Jotkin merkit, kuten Wacomin Bamboo Spark (kuva 34), eivät tarvitse toimiakseen erikoispaperia, sillä niiden mukana tulee erillinen alusta, kuten folio tai levy, joka tulkitsee kynän liikkeitä ja paineen. Bamboo Spark -kynät toimivat siten, että niiden sisältämät lähettimet luovat signaaleja, jotka alustan vastaanottavat sensorit tulkitsevat. Teknologian ansiosta älykynällä voidaan piirtää tavalliselle paperille. Älykyniä käytettäessä tulee ottaa kuitenkin huomioon, että ne tarvitsevat lähes aina oman sovelluksen siirtääkseen ja tallentaakseen tiedostoja. (Smartpen 2013; Wacom 2016a; Launder 2016.)



KUVA 34. Wacom Bamboo Spark (Wacom 2017.)

Iskn-yritys on luonut yhden erikoisimmista uusista teknologioista, joka muuttaa tavallisen kynän tekemän jäljen digitaalseksi. Kyseessä ei ole

kuitenkaan älykynä, vaan erillinen rengas, joka kiinnitetään kynän varteeseen. Renkaan ja yhteensopivan alustan avulla käyttäjä voi piirtää millä tahansa kynällä tavalliselle paperille. Iskn-yrityksen luoma ”Ring” (kuva 35) on pieni magneettinen rengas, jonka liikkeet ja kallistuskulma tunnistetaan alustan sisältämien 32 magnetometrin avulla. Slate-alustan erikoisuutena on, että sitä voidaan käyttää itsenäisesti piirtopöytänä, ja laitetta voidaan käyttää yhdessä minkä tahansa maalausohjelman kanssa, vaikka sille on luotu oma Imagink-sovellus. Imagink toimii mobiililaitteissa sekä tavallisilla tietokoneilla ja alustan tiedonsiirto vaihtelee käytettävän laitteen mukaan. Mobiililaitteille tiedot lähetetään Bluetoothin kautta ja tavalliselle tietokoneelle tiedot lähetetään USB-johdon välityksellä. (iskn 2016.)



KUVA 35. Lyijykynään sijoitettu magneettinen rengas (iskn 2016.)

4.5.2 Resistiiviset ja kapasitiiviset näytöt

Tavallisten mobiililaitteiden, tablettien ja älypuhelimien, toimintaperiaate perustuu kapasitiivisiin kosketusnäyttöihin. Kapasitiiviset kosketusnäytöt toimivat sähköstaattisen metalliruudun avulla, joka tallentaa siihen kohdistetun sähkövirtauksen. Sähkövirtaus siirtyy laitteeseen styluksen kosketuksen yhteydessä. Kapasitiivisilla näytöillä on kaksi toimintatapaa; pinnallinen (surface) ja projisoitu (projective). Pintakapasitiiviset näytöt sisältävät sähköä johtavan pintakalvon sekä neljä sensoria ruudun kulmissa. Kosketuksen yhteydessä sähkövirtaa sisältävä kappale, kuten sormi, vetää puoleensa virtausta näytön kulmien sensoreista. Kosketuksen sijainnista neljään sensoriin verrattuna laite pystyy päättämään mistä kohtaa kosketus on tapahtunut ruudulla. Projisoidut kosketusnäytöt puolestaan käyttävät sähköä johtavien metallilankojen ruudukkoa ja erillistä mikrosirua kosketuksen aistimiseen. Erilaisen teknologiansa avulla projisoidut näytöt

voivat käyttää hyödykseen multi-touch-ominaisuutta ja ovat siksi tärkeä osa kosketusnäytöllisten laitteiden valmistuksessa. Kapasitiivisia näyttöjä voidaan käyttää styluksien avulla, jos se johtaa riittävästi sähkövirtaa ja muistuttaa kooltaan sekä materiaaliltaan sormenpäästä. Kapasitiivisuutta käytetään hyödyksi myös joissakin piirtopöydissä, jonka ansiosta alusta tunnistaa styluksen ilman suoraa kosketusta, sillä laite aistii styluksen sähkövirran. (Hamilo 11/2010; McCann 2012; Kazmeyer 2015.)

Resistiivisten näyttöjen toiminta perustuu puolestaan paineeseen. Näyttöjen pinta muodostuu kahdesta erillisestä kerroksesta, joista molemmat johtavat sähkövirtaa. Taipuisaa pintakalvoa ja alemmaa kerrosta yhteen painamalla saadaan aikaiseksi signaali, jonka laitteen mikrosiru tunnistaa. Signaali muodostuu, kun kosketus keskittää sähköä johtavien kerrosten virtauksen yhteen pisteeseen. Ohjelma havaitsee muutoksen virtauksessa ja toimii sen mukaisesti. Resistiivisiä näyttöjä käytetään lähinnä pelikonsoleissa, minkä ansiosta niiden käyttö digitaalisissa maalauslaitteissa on hyvin harvinaista. Resistiivisten kosketusnäyttöjen kanssa voidaan hyödyntää mitä tahansa stylusta, sillä laite tarvitsee toimiakseen ainoastaan riittävästi painetta. (Hamilo 11/2010; McCann 2012; Kazmeyer 2015.)

5 CASE

5.1 Tavoite

Opinnäytetyön case-osion tavoitteena on havainnollistaa ja soveltaa työssä käsiteltyjä maalaustekniikoita sekä -ohjelmia kolmen digitaalisen maalauksen avulla. Maalaukset on valmistettu Kritan, Tilt Brushin ja Corel Painterin avulla yhdistellen digitaalisia sekä perinteisiä keinoja, tuoden samalla esille maalausohjelmien valittuja erikoispiirteitä. Jokaisesta maalauksesta kirjoitettiin oma osio, joissa kerrotaan yksityiskohtaisemmin maalaukseen käytetyistä siveltimistä ja työkaluista sekä työprosessista. Osioissa tarkennetaan lisäksi, miksi tiettyyn ohjelmaan ja maalaustyyliin päädyttiin. Jotta työprosessin kulkua voitaisiin esitellä paremmin, maalauksista on otettu kuvankaappauksia sen etenemisvaiheista.

5.2 Corel Painter 2017

Corel Painter on yksi laadukkaimmista ja parhaimmista aitoa maalaamista sekä piirtämistä jäljittelevistä ohjelmista, minkä vuoksi sitä suositellaan käytettäväksi digitaalisen taiteen tuotossa. Vaikka ohjelmalla on laaja tarjonta työkalujen suhteen, case-maalaus keskittyy lähinnä esittelemään Painterin Real Watercolor -variantin siveltimiä, koska ne imitoivat parhaiten aitoa vesivärimaalausta. Ohjelman vesivärisiveltimet myös poikkeavat muiden maalausohjelmien vastineista muun muassa toiminnallaan ja vaativuudellaan, minkä vuoksi niiden käyttö case-maalauksessa antaa hyvän vertailukohteen. Vaikka siveltimen vetojen luominen ja niiden kuivumisprosessit vaativat enemmän aikaa ja tehoa tietokoneelta muodostuakseen, suositeltavaa olisi maalata mahdollisimman suuria alueita saman vedon aikana. Useilla vedoilla samalle tasolle päällekkäin maalattu pinta muodostaa kerrostumia, jotka haalentavat ja poistavat pohjalla olevaa maalia aiheuttaen samalla tahattomia virheitä. Värivirheiden välttämiseksi case-maalaus valmistettiin usealle tasolle, jolloin digitaalinen maali kerrostuu oikein aidon vesivärin tavoin jättäen luonnollisen näköisen jäljen.

Painter-maalaukseen (liite 8) käytettiin digitaalisia ja perinteisiä tekniikoita, kuten lyijykynäluonnosta, joka skannattiin tietokoneelle maalauksen pohjaksi. Skannatun kuvan etuna on muun muassa valmis paperitekstuuri, joka antaa luonnollisemman vaikutelman työlle. Tämän lisäksi maalaukseen käytettiin ohjelman omia akvarellipaperitekstuureja, jotta digitaalinen vesiväri saisi aidompaa rakennetta. Koska Painterin vesivärisiveltimet näkyvät aina hieman läpi, lyijykynäluonnoksen ääriviivoja ei tarvinnut maalata erilliselle tasolle uudestaan, minkä ansiosta maalaus säilyttää luonnollisemman ja persoonallisemman tyylin kuin kokonaan digitaalisesti valmistettu kuva.

Digitaalisen vesivärin lisäksi maalaukseen käytettiin sekoitustiloja, joiden avulla saatiin nopeasti muutettua haluttuja yksityiskohtia kirkkaammiksi tai tummemmiksi. Pienten yksityiskohtien, kuten tyylieltyjen valojen, tekoon käytettiin puolestaan liitu-sivellintä, sillä digitaalisten vesivärien avulla ei voida tuottaa valkoista maalia ja liitujen tekstuuri sopi tyylieltään parhaiten maalaukseen. Työn aikana ilmeni muitakin ongelmia, jotka vaikuttivat osaltaan valittujen työkalujen käyttöön. Koska maalauksen tekoon käytettiin vanhaksi luokiteltavaa tietokonetta, tietyt ohjelman toiminnot kuormittivat tietokonetta ja veivät tavallista enemmän aikaa. Painter ei kuitenkaan kaatunut tai jumittunut, mutta muun muassa hitaasti toimivat sivellinvalikot pitkittivät työn etenemistä, mikä vaikutti päätökseen käyttää vain yhtä sivellintä maalatessa. Lisäksi ohjelman vaatimat maalausprosessit veivät aikaa muodostuakseen kanvaasille, jolloin uusien vetojen lisäämistä täytyi odottaa tavallista pidempään. Kuvassa 36 on nähtävillä työhön käytetty maalausprosessi.



KUVA 36. Maalausprosessi Corel Painteissä

5.3 Tilt Brush

Tilt Brush on yksi uusimmista ja erikoisimmista maalausohjelmista, joita on tarjolla digitaalisen taiteen valmistukseen. Täysin uuden lähestymistapaansa ansiosta ohjelmaa on hauska käyttää, sillä maalaja voi olla osana ohjelmassa luotua taidetta. Vaikka kyseessä on uudenlainen maalausohjelma, sen käyttö on hyvin helppo opetella toimintojen vähyyden ja ohjelman sisältämien ohjeiden ansiosta. Tilt Brushin rajatut, mutta monipuoliset työkalut pakottavat maalajan pohtimaan luovempaa lähestymistapaa, sillä siveltimien avulla on hyvin vaikeaa luoda realistisia maalauksia tai saada aikaan haluttu tekstuuripinta. Maalausta aloittaessa kannattaa myös suunnitella etukäteen objektien sijainnit ja asettelu, koska niiden paikkaa ei voi muokata jälkikäteen. case-maalauksessa on päätetty lähestyä maalausta hieman tyylitellyn maiseman kautta juuri siveltimien tarjonnan vuoksi, ja erilaiset maisemakuvat ovat myös helpoimpia vaihtoehtoja aloittelijalle, koska kyseiset työt eivät vaadi kovinkaan tarkkoja yksityiskohtia sisällön tunnistamiseksi.

Tilt Brush -maalauksessa (liite 9) luotiin talvimaisema, jonka valmistukseen käytettiin runsaasti erilaisia animoituja siveltimiä sekä valo- ja tekstuurisiveltimiä, joita yhdisteltiin ja muutettiin työn aikana. Maalauksen lumiset pinnat tehtiin yhdistellen erilaisia tekstuurisiveltimiä, kuten paperi-, muste- ja harjassiveltimiä, jotta haluttu pinta saatiin luotua. Paperisiveltimellä maalattiin kaikki suurimmat alueet, joihin lisättiin yksityiskohtia muste- ja harjassiveltimen avulla. Harjassiveltimellä saatiin aikaan rosoista jäätä muistuttavaa jälkeä ja mustesiveltimen tasainen tekstuuri auttoi lisäämään erilaista pintaa lumeen. Vesi puolestaan maalattiin öljyvärisiveltimellä, jonka epätasaisen tekstuurin avulla pintaan muodostui aaltomaisia yksityiskohtia. Talvimaisemaan pyrittiin lisäämään kylmyyden ja tuulen tunnetta animoitujen efektien avulla ja savusiveltimen pehmeys ja liike saivat aikaan vaikutelman pöllyävästä lumesta. Tähtisiveltimellä puolestaan saatiin aikaan lumelle ominaista kimmellystä, joka lisäsi maalaukseen haluttua tunnelmaa.

Maalauksen näyttävimpinä osina olevat revontulet ja kuu maalattiin useiden valosiveltimien avulla, joihin lisättiin yksityiskohtia animoiduin tuli- ja savusiveltimin. Savu auttoi pehmentämään valosiveltimen terävät reunat ja levittämään revontulien valot hieman luonnollisemmin. Työtä korostettiin käyttäen vielä lumisade- ja hiillossivellintä, joka muodosti tähtiä muistuttavia pisteitä maalauksen ylle. Suurin osa kuvan näyttävyydestä ja tunnelmasta ei kuitenkaan välity kuvankaappauksien kautta, sillä maalauksen värit, tausta ja valaistus sekä objektit menettävät kirkkautta, terävyyttä ja syvyyttä. Lisäksi animoidut efektit menettävät kokonaan merkityksensä. Maalauksen revontulet muun muassa kärsivät eniten muutoksesta ja näyttävät kuvankaappauksissa sotkuisilta sekä ylivalotetuilta, koska ohjelman sisällä ympäristö on täysin musta. Paras lopputulos saadaan, kun työtä katsellaan VR-lasien välityksellä.

Vaikka Tilt Brush -maalauksen teko oli nopeatempoista ja helppoa, maalauksen valmistuksen aikana ilmeni muutamia ongelmia, jotka hidastivat työskentelyä. VR-setin käyttämä tila case-maalauksen teossa oli hieman ahdas, joka rajoitti vapaata liikkumista. Lisäksi visiirien sisältämät johdot kiertyivät maalatessa käden tai jalkojen ympärille. Ohjainten akut myös tyhjäntyivät nopeasti jatkuvassa käytössä ja varauksen ollessa matala, ohjaimet kadottivat ajoittain tunnistuksen, hidastuivat sekä estivät ohjainten tarkan käytön. Kuvassa 37 on esillä maalauksen työvaiheita eri kuvakulmista.



KUVA 37. Maalausprosessi Tilt Brushissa

5.4 Krita

Krita on yksi parhaimmista ilmaisohjelmista, joka on suunniteltu erityisesti digitaalista maalaamista ajatellen. Ohjelman sisältämät monipuoliset ja laadukkaat työkalut, kuten viivan tasoitus, takaavat siistin jäljen jokaiseen maalaukseen. Lisäksi Kritan etuna on sen samankaltaisuus muiden maalausohjelmien kanssa, minkä ansiosta maalausohjelman opettelu ei vaadi aikaa. Suurin osa ohjelman toiminnoista käyttäytyy samoin ja tapahtuvat samoista näppäimistä muihin maalausohjelmiin verrattuna. Eduistaan huolimatta Kritan yhtenä ongelmana on sen puutteellisuus editointiominaisuuksissa. Maalausohjelmasta puuttuu lähes kaikki toiminnot, kuten värihin vaikuttavat säädöt, mutta ohjelma sisältää muutamia ominaisuuksia, kuten suotimia ja sekoitustiloja. Maalausohjelma kuitenkin paikkaa osan puutteistaan laajalla ja helposti muokattavalla sivellinvalikoimallaan, jota on pyritty case-maalauksessa hyödyntämään mahdollisimman monipuolisesti niin pohjustuksessa kuin yksityiskohdissa.

Krita-maalauksen (liite 10) pohjalla käytettiin kahta valmista valokuvaa, jotta kasvoihin sekä vaatteisiin saataisiin oikeanlaiset mittasuhteet, asennot sekä valojen ja varjojen sijainnit. Ääriviivat maalattiin valokuvien mukaan erilliselle tasolle, ja muokattiin jälikäteen maalaukseen sopivammiksi. Valokuvista on ääriviivojen lisäksi otettu pipetti-työkalulla pohjasävyt, joiden perusteella saatiin valittua mahdollisimman realistiset värit maalaukseen. Pohjustus on levitetty kanvaasille ohjelman yhdellä perussiveltimellä, jotta työhön saatiin tasainen ja peittävä pinta. Pohjustuksessa käytettyjen sävyjen värierot on puolestaan tasoitettu ja sekoitettu toisiinsa muun muassa airbrush-, öljyväri- ja erikoissiveltimien sekä liukuväri-työkalun avulla, jolla saatiin luotua pehmeäreunaiset muutokset. Kuvaan luodut yksityiskohdat, kuten korvakoru ja ripset, on valmistettu käyttämällä samoja siveltimiä kuin pohjustuksessa. Niiden lisäksi hiuksiin ja hattuun on käytetty muun muassa kankaan pintaa ja hiussuortuvia imitoivia kuviosiveltimiä. Värien lisäämisen jälkeen koko maalausta on käsitelty liukuvärien ja sekoitustilojen avulla luomaan selkeämpiä värieroja varjostuksiin

sekä lisäämään yksityiskohtia, kuten hatussa oleva ruusu. Kuvassa 38 on esillä maalauksen eri työvaiheita.



KUVA 38. Maalausprosesi Kritassa

6 YHTEENVETO

Digitaalinen maalaaminen on yhä suosituampi taiteen ala, jota hyödynnetään lähes kaikessa nykymediassa niin harrastajien kuin ammattilaisten parissa. Laitteiden laajan tarjonnan ansiosta lähes kaikilla on mahdollisuus hankkia itselleen sopiva digitoiva piirto- tai maalausväline, oli kyseessä perinteinen piirtopöytä tai -näyttö, mobiililaitte tai jokin muu väline, kuten älykynä. Laajan käyttäjäkuntansa ansiosta digitaalista maalaamista varten on kehitetty myös lukuisia eri maalausohjelmia ja -sovelluksia, joiden avulla voidaan valmistaa maalauksia joko yksin tai yhdessä usean käyttäjän kanssa. Ohjelmien ja laitteiden laajasta valikoimasta jokainen digitaalinen taiteilija voi valita itselleen parhaiten soveltuvat työvälineet, joihin vaikuttavat maalaajan mieltymykset sekä maalaustekniikat ja -tavat.

Osa digitaalisen maalaamisen suosioista johtuu sen tarjoamista eduista, kuten maalausprosessien helpottamisesta ja nopeuttamisesta erilaisten työkalujen, esimerkiksi kuvaeditoinnin avulla. Digitaalinen taide on kuitenkin hyvin teknistä ja laadukkaiden töiden teko vaatii käyttäjältään opettelua laitteiden, ohjelmien ja maalaustekniikoiden parissa. Aloittelevien maalajien onneksi netistä voidaan ladata kokeneempien käyttäjien tekemiä työkaluja sekä seurata lukuisten erilaisten tutorial-videoiden avulla maalausprosesseja ja -tekniikoita, joita valmistavat niin harrastelijat kuin ammattilaiset.

Digitaalinen maalaaminen tulee pysymään yhtenä suosituimmista uuden taiteen muodoista harrastelijoiden ja ammattilaisten keskuudessa sen suomien etujen ansiosta sekä käyttötarkoitusten kasvavasta määrästä. Teknologian jatkuva kehitys myös takaa uusien maalauslaitteiden suunnittelua ja tuontia markkinoille auttaen samalla kehittämään uusia suuntauksia ja maalaustekniikoita digitaaliselle taiteelle.

LÄHTEET

TESKILÄHTEET:

Adobe 2016. Adobe Photoshop CC Help [viitattu 19.12.2016]. Saatavissa: https://helpx.adobe.com/pdf/photoshop_reference.pdf

Adobe 2017a. Järjestelmävaatimukset | Photoshop [viitattu 10.02.2017]. Saatavissa: <https://helpx.adobe.com/fi/photoshop/system-requirements.html>

Adobe 2017b. Optimize Photoshop CC performance [viitattu 10.02.2017]. Saatavissa: <https://helpx.adobe.com/photoshop/kb/optimize-photoshop-cc-performance.html>

Adobe 2017c. Väriprofiilien käyttäminen [viitattu 13.02.2017]. Saatavissa: http://help.adobe.com/fi_FI/creativesuite/cs/using/WSBB0A8512-8151-408c-9F79-4A9E9E3BA84C.html

Balabanian, A. 2016. Hands-on: TPCAST's Wireless Vive Kit Really Works. Upload [viitattu 8.2.2017]. Saatavissa: <http://uploadvr.com/tpcast-wireless-vive-kit-works/>

Calore, M. 2012. Touchy Subjects: Wacom's New Tablets Add Multitouch. Wired [viitattu 18.12.2016]. Saatavissa: <http://www.wired.com/2012/03/wacom-intuos5/>

Chan, N. 2017. Hands-On: TPCast Wireless VR for HTC Vive. Adam Savage's Tested [viitattu 21.02.2017]. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=Z-CWz8nAFgs>

CNN Style 2016. Google Tilt Brush: Impossible Now a Reality? [viitattu 18.12.2016]. Saatavissa: <http://edition.cnn.com/2016/05/09/arts/google-tilt-brush/>

Charara, S. 2016. Explained: How does VR actually work? Wearable [viitattu 18.12.2016]. Saatavissa: <https://www.wearable.com/vr/how-does-vr-work-explained>

Corel 2016a. Corel Painter 2017 User Guide [viitattu 18.12.2016]. Saatavissa: <http://product.corel.com/help/Painter/540215550/Main/EN/User-Guide/Corel-Painter-2017.pdf>

Corel 2016b. Introduction to Corel Painter 2017 Guide [viitattu 18.12.2016]. Saatavissa: <http://product.corel.com/help/Painter/540215550/Main/EN/Quick-Start-Guide/Corel-Painter-2017-Quick-Start-Guide.pdf>

Crecente, B. 2017. HTC Vive headsets getting wireless options in 2017. Polygon [viitattu 08.02.2017]. Saatavissa: <http://www.polygon.com/virtual-reality/2017/1/4/14170914/htc-vive-wireless-virtual-reality-vr>

Digital Painting Techniques vol 1. 2009. Oxford, UK: Focal Press. Burlington, MA, USA : Elsevier

Duffy, B. 2016. Painting in VR with Tilt Brush Intel. Intel Software [viitattu 14.12.2016]. Saatavissa: <https://software.intel.com/en-us/blogs/2016/07/01/painting-vr-tiltbrush>

DPREVIEW 2012. Is 10-Bit GPU Support Necessary For A Wide-Gamut Display? Digital Photography Review [viitattu 25.01.2017]. Saatavissa: <https://www.dpreview.com/forums/thread/3292071>

Drawpile 2017. Drawpile: Collaborative Painting [viitattu 12.01.2017]. Saatavissa: <https://drawpile.net/>

GIMP 2016. GNU Image Manipulation Program [viitattu 14.12.2016]. Saatavissa: <https://www.gimp.org/>

GIMP 2017. Donate [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa:

<https://www.gimp.org/donating/>

Google 2016a. Tilt Brush by Google [viitattu 14.12.2016]. Saatavissa:

<https://www.tiltbrush.com/>

Google 2016b. Tilt Brush Help [viitattu 18.12.2016]. Saatavissa:

<https://support.google.com/tiltbrush/?hl=en#topic=7074683>

Hamilo, M. 2010. Miten kosketusnäyttö toimii? Tiede. Nro 11/2010 [viitattu 26.01.2017]. Saatavissa:

http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/miten_kosketusnaytto_toimii

Hardawar, D. 2017. HTC Vive in 2017: Hands-On. Engadget [viitattu 21.02.2017]. Saatavissa:

<https://www.youtube.com/watch?v=qOE0aWWwdb0>

HTC Vive 2016. Vive [viitattu 18.12.2016]. Saatavissa:

<https://www.vive.com/eu/product/>

Holt, J. 2013. Painting Realistic Skin in MARI 2.0. The Gnomon Workshop [viitattu 13.02.2017]. Saatavissa:

<https://www.thegnomonworkshop.com/tutorials/painting-realistic-skin-in-mari-2-0>

Huion 2017 [viitattu 14.02.2017]. Saatavissa: <http://www.huion.com/>

International Color Consortium 2017. ICC Frequently Asked Questions

[viitattu 28.02.2017]. Saatavissa: <http://www.color.org/faqs.xalter#wh2>

iskn 2016. The Slate [viitattu 20.12.2016]. Saatavissa: <http://www.iskn.co/>

Jagneaux, D. 2016. How To Play SteamVR Vive Games With Oculus Touch and Rift. Upload [viitattu 08.02.2017]. Saatavissa:

<http://uploadvr.com/play-steamvr-rift-touch/>

Kazmeyer, M. 2015. How Does Stylus Pen Work? Techwalla. [viitatu 26.1.2017]. Saatavissa: <https://www.techwalla.com/articles/how-does-a-stylus-pen-work>

Kershner, K. 2012. How Wacom Tablets Work. HowStuffWorks Tech [viitattu 12.01.2017]. Saatavissa: <http://computer.howstuffworks.com/tablets/wacom-tablets.htm>

KDE UserBase Wiki 2015. Krita/Manual/Preferences/Display. KDE UserBase [viitattu 14.2.2017]. Saatavissa: <https://userbase.kde.org/Krita/Manual/Preferences/Display#OpenGL>

Kelly, W. 1990. Sparking stylus for acoustic digitizer. Science Accessories Corporation [viitattu 28.02.2017]. Saatavissa: <https://www.google.com/patents/EP0460063B1?cl=en>

Krita 2017a. History [viitattu 10.05.2017] Saatavissa: <https://krita.org/en/about/history/>

Krita 2017b. Krita [viitattu 12.01.2017]. Saatavissa: <https://krita.org/en/>

Krita 2017c. Krita Foundation [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://krita.org/en/about/krita-foundation/>

Krita 2017d. User Manual [viitattu 12.1.2017]. Saatavissa: https://docs.krita.org/Category:User_Manual

Kushwaha, S. 2012. Surface and Pressure. Business Today: Gadgets & Gizmos [viitattu 12.01.2017]. Saatavissa: <http://www.businesstoday.in/gadget/know-tech/graphics-tablet/story/20837.html>

Launder, M. 2016. Digital Pens: 5 Best Smart Pens for Digital Artists and Designers. DigitalArts [viitattu 20.12.2016]. Saatavissa: <http://www.digitalartsonline.co.uk/features/illustration/digital-pens-5-best-smart-pens-for-artists-designers/>

Manga Masters 2016. PaintChat Rooms [viitattu 18.12.2016]. Saatavissa: <https://www.mangamasters.com/paintchat/>

MARI 2017. Creativity Unleashed. Complexity Handled. [viitattu 05.01.2017]. Saatavissa: <https://www.thefoundry.co.uk/products/mari/>

McCann, T. A. 2012. Okay, but how do touch screens actually work? ScienceLine [viitattu 26.01.2017]. Saatavissa: <http://scienceline.org/2012/01/okay-but-how-do-touch-screens-actually-work/>

Mehta, R. 2009. Interactive Paint Tool. Moodle [viitattu 12.01.2017]. Saatavissa: https://docs.moodle.org/dev/Interactive_paint_tool

Nield, D. 2016. How Oculus Rift works: Everything you need to know about the VR sensation. Wareable [viitattu 02.02.2017]. Saatavissa: <https://www.wareable.com/oculus-rift/how-oculus-rift-works>

Oculus 2017a. Oculus 2-sensor 360° Experimental Setup: Quickstart Guid [viitattu 08.02.2017]. Saatavissa: https://scontent.xx.fbcdn.net/v/t39.2365-6/15397552_232732683816172_4121045365602385920_n.pdf?oh=45be9feac6ba119d062d3968e742a2fc&oe=59455747

Oculus 2017b. Oculus [viitattu 08.02.2017]. Saatavissa: <https://www.oculus.com/>

Oculus 2017c. Oculus Rift Documentation: Introduction to Best Practices [viitattu 08.02.2017]. Saatavissa: https://developer3.oculus.com/documentation/intro-vr/latest/concepts/bp_intro/

Oculus 2017d. Oculus Rift Documentation: Rift User Guide [viitattu 08.02.2017]. Saatavissa: <https://product-guides.oculus.com/en-us/documentation/rift/latest/concepts/book-rug/>

O'hare, R. 2016. Google Tilt Brush Lets You Paint Virtual Worlds.

MailOnline [viitattu 14.12.2016]. Saatavissa:

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3584512/Google-Tilt-Brush-lets-paint-virtual-worlds-VR-app-transforms-surroundings-digital-canvas.html>

Painter 2017. System Requirements [viitattu 13.02.2017]. Saatavissa:

<http://www.painterartist.com/en/product/painter/#sysreqs>

pink-sea164. 2014. Online Drawing Sites – Play With Your Friends!

Deviantart [viitattu 19.01.2017]. Saatavissa: [http://pink-](http://pink-sea164.deviantart.com/journal/Online-Drawing-Sites-Play-With-Your-Friends-464084541)

[sea164.deviantart.com/journal/Online-Drawing-Sites-Play-With-Your-Friends-464084541](http://pink-sea164.deviantart.com/journal/Online-Drawing-Sites-Play-With-Your-Friends-464084541)

Pino, N. 2016. Oculus Touch Review. Techradar [viitattu 10.02.2017].

Saatavissa: <http://www.techradar.com/reviews/oculus-touch-controller>

Prasuethsut, L. 2016. HTC Vive: Everything you need to know about the Steam VR headset. Wearable [viitattu 18.12.2016]. Saatavissa:

<https://www.wearable.com/vr/htc-vive-vr-headset-release-date-price-specs-7929>

psychol-bob. 2008. Install paintchat from webhost. Deviantart; psychol-bob

[viitattu 19.01.2017]. Saatavissa: [http://psychol-](http://psychol-bob.deviantart.com/art/Install-paintchat-from-webhost-101781274)

[bob.deviantart.com/art/Install-paintchat-from-webhost-101781274](http://psychol-bob.deviantart.com/art/Install-paintchat-from-webhost-101781274)

Scientific American 2008. How it Works: Multi-touch Surfaces Explained

[viitattu 18.12.2016]. Saatavissa:

<http://www.scientificamerican.com/article/how-it-works-touch-surfaces-explained/>

Shipsides, A. 2013. HDTV standards. HDVideoPro [viitattu 19.12.2016].

Saatavissa: <http://www.hdvideopro.com/columns/help-desk/hdtv-standards>

SmartPen 2013. What is Livescribe Paper and how does it work? [viitattu

26.01.2017]. Saatavissa:

<https://www.smartpen.com.au/livescribe/help/faq/what-livescribe-paper-and-how-does-it-work>

Smith, J. & Joost, R. 2012. GIMP for Absolut Beginners. NY, USA: Apress

Smith, S. L. 2016. Oculus Rift vs. HTC Vive: The Vive Is Better (for Now).

Tom's Guide [viitattu 08.02.2017]. Saatavissa:

<http://www.tomsguide.com/us/oculus-rift-vs-htc-vive,review-3433.html>

Smith, S. L. & Andronico, M. 2016. What is the Oculus Rift? Tom's Guide

[viitattu 08.02.2017]. Saatavissa: [http://www.tomsguide.com/us/what-is-](http://www.tomsguide.com/us/what-is-oculus-rift,news-18026.html)

[oculus-rift,news-18026.html](http://www.tomsguide.com/us/what-is-oculus-rift,news-18026.html)

Sparkling Stylus for Acoustic Digitizer/1990. EP 0460063 B1 [viitattu

10.05.2017]. Saatavissa:

<https://www.google.com/patents/EP0460063B1?cl=en>

Spector, L. 2009. What is 10-bit color? TechHive [viitattu 19.12.2016].

Saatavissa: http://www.techhive.com/article/171223/10_bit_color.html

Steam 2016a. HTC Vive. [Viitattu 18.12.2016]. Saatavissa:

<http://store.steampowered.com/app/358040/>

Steam 2016b. Tilt Brush [viitattu 18.12.2016]. Saatavissa:

<http://store.steampowered.com/app/327140/>

TabletPCReview. 2015. Wacom EMR vs. N-Trig vs. Wacom AES [viitattu

08.02.2017]. Saatavissa: [http://forum.tabletpcreview.com/threads/wacom-](http://forum.tabletpcreview.com/threads/wacom-emr-vs-n-trig-vs-wacom-aes.65666/)

[emr-vs-n-trig-vs-wacom-aes.65666/](http://forum.tabletpcreview.com/threads/wacom-emr-vs-n-trig-vs-wacom-aes.65666/)

Techopedia 2017. Pixel [viitattu 13.02.2017]. Saatavissa:

<https://www.techopedia.com/definition/24012/pixel>

Teoh, Y.C. 2014a. Which Graphics Tablet to Buy in 2015 (Non-Display

Types). Parka Blogs [viitattu 12.01.2017]. Saatavissa:

<http://www.parkablogs.com/content/which-graphics-drawing-tablet-buy->

2015-non-display-types

Teoh, Y.C. 2014b. Which Pen Display Graphic Tablet to Buy in 2015.

Parka Blogs [viitattu 12.01.2017]. Saatavissa:

<http://www.parkablogs.com/content/which-pen-display-graphic-tablet-buy-2015>

Tilbury, R. 2017. Using 3D as a starting point for a Digital Painting.

3DTotal [viitattu 13.02.2017]. Saatavissa:

http://www.3dtotal.com/tutorial/photoshop/3d_for_digital_painting/digitalpainting01.php

Ultimate Photo Tips 2013. What is a Pixel? [viitattu 13.02.2017].

Saatavissa: <http://www.ultimate-photo-tips.com/what-is-a-pixel.html>

V&M: Victoria and Albert Museum 2017. A History of Computer Art [viitattu 08.02.2017]. Saatavissa:

<http://www.vam.ac.uk/content/articles/a/computer-art-history/>

Wacom 2016a. Bamboo Spark [viitattu 20.12.2016]. Saatavissa:

<http://www.wacom.com/en-us/products/smartpads/bamboo-spark>

Wacom 2016b. Wacom for a Creative World [viitattu 15.12.2016].

Saatavissa: <http://www.wacom.com/>

Wacom 2017a. Cintiq 27QHD creative pen & touch display [viitattu

12.01.2017]. Saatavissa: <http://www.wacom.com/en-us/products/pen-displays/cintiq-27-qhd-touch>

Wacom 2017b. How Our Pens Work? [viitattu 10.02.2017]. Saatavissa :

<http://www.wacom.com/en-ch/enterprise/business-solutions/resources-and-information/emr-benefits>

Wacom 2017c. Wacom Active ES [viitattu 08.02.2017]. Saatavissa:

<https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj7nrTE4Y3SAhXMDiwKHeS5BdUQFgg7MAM&url=https%3A%2F%2Fwww.wacom.com%2F->

[%2Fmedia%2Fwacomdotcom%2Farchived%2520images%2Fenterprise%2Ftechnology-solutions%2F2015-12-21%2Ff_aes_datacheet_12182015.pdf%3Fla%3Den&usg=AFQjCNHTgEYYB9bzZK VWI4YuUPG6ihp-A&bvm=bv.146786187,d.bGg](#)

Wikipedia 2008. Graphics tablet [viitattu 12.01.2017]. Saatavissa:

https://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_tablet

Wikipedia 2015a. REC 709 [viitattu 19.12.2016]. Saatavissa:

https://en.wikipedia.org/wiki/Rec._709

Wikipedia 2015b. TCP [viitattu 18.01.2017]. Saatavissa:

<https://fi.wikipedia.org/wiki/TCP>

Wikipedia 2016a. Adobe RGB color space [viitattu 19.12.2016].

Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_RGB_color_space

Wikipedia 2016b. Color Depth [viitattu 19.12.2016]. Saatavissa:

https://en.wikipedia.org/wiki/Color_depth

Wikipedia 2016c. ICC profile [viitattu 28.02.2017]. Saatavissa:

https://en.wikipedia.org/wiki/ICC_profile

Wikipedia 2016d. Magnotometer [viitattu 18.12.2016]. Saatavissa:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetometer>

Wikipedia 2016e. Paint chat [viitattu 18.01.2017]. Saatavissa:

https://en.wikipedia.org/wiki/Paint_chat

Wikipedia 2016f. WinSCP [viitattu 18.01.2017]. Saatavissa:

<https://en.wikipedia.org/wiki/WinSCP>

Wikipedia 2017a. Active Pen [viitattu 10.02.2017]. Saatavissa:

https://en.wikipedia.org/wiki/Active_pen

Wikipedia 2017b. Palvelin [viitattu 18.01.2017]. Saatavissa:

<https://fi.wikipedia.org/wiki/Palvelin>

Wikipedia 2017c. PuTTY [viitattu 18.01.2017]. Saatavissa:
<https://en.wikipedia.org/wiki/PuTTY>

Woodford, C. 2016. Touchscreens. ExplainThatStuff [viitattu 26.01.2017].
 Saatavissa: <http://www.explainthatstuff.com/touchscreens.html>

KUVALÄHTEET:

KUVA 1. DAM: Digital Art Museum 2017. Ben. F. Laposky [viitattu 08.02.2017]. Saatavissa: <http://dam.org/artists/phase-one/ben-f-laposky>

Bonnington, C. 2015. The Tablets That Paved the Way for the iPad. Wired [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.wired.com/2015/01/history-of-tablets/#slide-3>

KUVA 3. Krita 2017. The Muses Preset Pack [viitattu 10.05.2017].
 Saatavissa: <https://krita.org/en/item/the-muses-preset-pack/>

Birault, S. 2012. Digital Skin. Muddy Colors [viitattu 10.05.2017].
 Saatavissa: <http://muddycolors.blogspot.fi/2012/08/digital-skin.html>

KUVA 4. Gurin, A. 2016. Making the 'Mountain'. 3DTotal [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <http://www.3dtotal.com/tutorial/2113-making-the-mountain-photoshop-by-arthur-gurin-concept-art-making-of>

KUVA 5. Pham, L. 2012. Speed Painting. Deviantart [viitattu 10.05.2017].
 Saatavissa: <http://long-pham.deviantart.com/art/Speed-Painting-01-285377182>

KUVA 6. & 7. Holt, J. 2013. Painting Realistic Skin in Mari 2.0. The Gnomon Workshop [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa:
<https://www.thegnomonworkshop.com/tutorials/painting-realistic-skin-in-mari-2-0>

KUVA 8. Thompson, M. 2017. Texture Painting [viitattu 10.05.2017].
 Saatavissa:

<http://product.corel.com/help/Painter/540215550/Main/EN/User-Guide/Corel-Painter-2017.pdf>, 387

KUVA 9. Mahel, M. 2015. Digital Matte Paintings: Lord of the Rings via New Line Cinema. Rocketstock [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.rocketstock.com/blog/visual-effects-matte-paintings-composited-film/>

KUVA 10. Pagowska, M. 2017. Character Concept Art: From Grayscale to Full Color Illustration. Skillshare [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.skillshare.com/classes/design/Character-Concept-Art-From-Grayscale-to-Full-Color-Illustration/1634392846>

KUVA 11. Rara. 2014. Newbie Guide: Paintchat. Manga Masters [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.mangamasters.com/forum/viewtopic.php?f=7&t=4047>

KUVA 16. Boltneva, V. 2015. Pexels [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.pexels.com/photo/girl-woman-person-hand-88647/>

KUVA 19. Broadhurst, M. 2012. Pexels [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.pexels.com/photo/bird-barn-owl-106685/>

KUVA 24. EmergingEdTech 2015. 3 Minute Teaching With Technology Tutorial – Twiddla. Youtube [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=UL0AeQmyKqQ>

KUVA 25. pink-sea164 2014. Online Drawing Sites - Play With Your Friends! Deviantart [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <http://pink-sea164.deviantart.com/journal/Online-Drawing-Sites-Play-With-Your-Friends-464084541>

KUVA 26. Amazon 2017. Wacom Intuos Pen and Touch Medium Tablet (CTH680) [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.amazon.ca/Wacom-Intuos-Medium-Tablet-CTH680/dp/B00EN27UC2>

Prokoudine, A. 2013. Free meets affordable: Krita gets support for Huion graphic tablets. Libre Graphics World [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <http://libregraphicsworld.org/blog/entry/krita-gets-support-for-huion-graphic-tablets>

Amazon 2017. Trust Widescreen Graphics Tablet for PC, Laptop – Grey [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.amazon.co.uk/Trust-Widescreen-Graphics-Tablet-Laptop/dp/B002IPH5R6>

KUVA 27. Mishra, A. 2016. What Every Artist Must Know To Find The Best Drawing Tablet. Star Infranet [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <http://www.starinfranet.com/blog/what-every-artist-must-know-to-find-the-best-drawing-tablet/>

KUVA 28. Wacom 2017. Wacom MobileStudio Pro [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <http://www.wacom.com/en-id/products/pen-computers/wacom-mobilestudio-pro>

KUVA 29. Wacom 2017. Cintiq 13HD Creative Pen Display [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <http://www.wacom.com/en-ru/products/pen-displays/cintiq-13-hd>

Huion 2017. Huion GT-220 [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <http://www.huion.com/product/Pen-display/23.html>

KUVA 30. HTC Vive & Steam 2016. HTC Vive [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <http://store.steampowered.com/app/358040/>

KUVA 31. Oculus 2017. Rift+Touch [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.oculus.com/rift/>

KUVA 32. Meer, A. 2016. What Is The Best VR Headset? Oculus Rift vs HTC Vive. Rock Paper Shotgun [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.rockpapershotgun.com/2016/06/29/best-vr-headset/>

KUVA 33. Anoto 2017. Livescribe 3 Smartpen [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.livescribe.com/en-us/smartpen/l3/photo.html#>

KUVA 34. Wacom 2017. Wacom Bamboo Spark [viitattu 10.05.2017].
Saatavissa: <http://www.wacom.com/en-br/products/smartpads/bamboo-spark>

KUVA 35. iskn 2016. the Slate: Give digital life to your paper creations [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <http://www.iskn.co/>

KUVAT 2, 12 - 15, 17, 18, 20 - 23, 36 - 38. Pietilä, R. 2017.

LIITE 1. Holt, J. 2013. Painting Realistic Skin in Mari 2.0. The Gnomon Workshop. [viitattu 10.05.2017]. Saatavissa: <https://www.thegnomonworkshop.com/tutorials/painting-realistic-skin-in-mari-2-0>

LIITE 6. Teeple, S. 2016. Forest Spirit. Tilt Brush Sketches [viitattu 11.05.2017].

LIITE 7. Northway, S. 2017. Space Dragon. Tilt Brush Sketches [viitattu 11.05.2017].

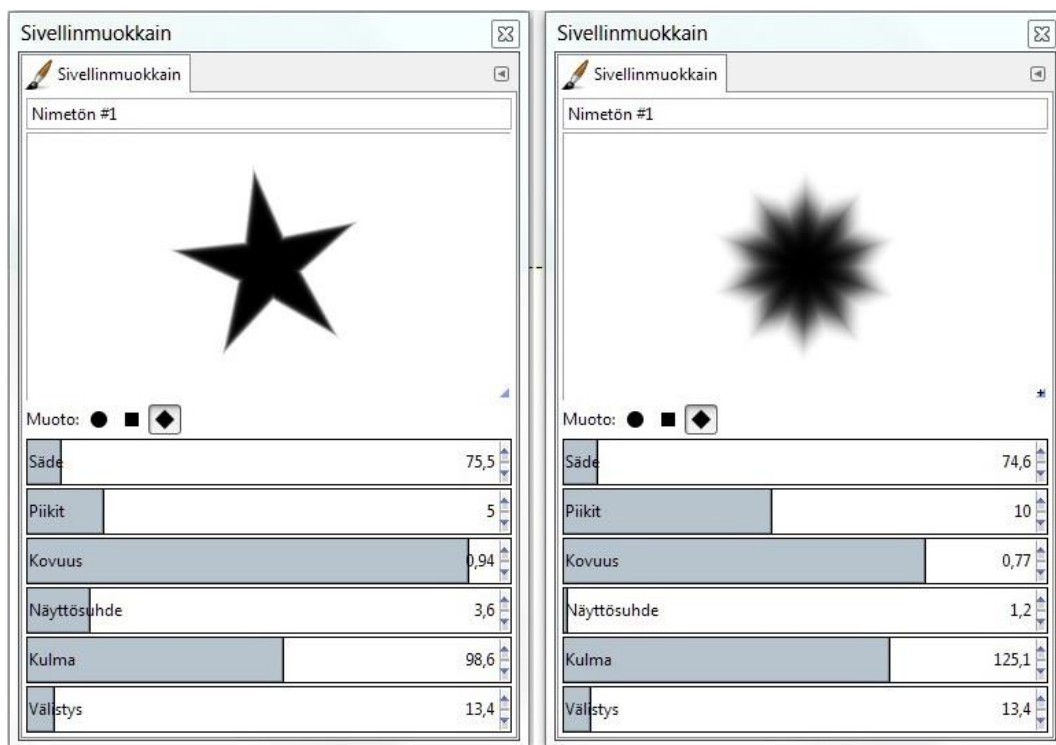
LIITTEET 2 - 5, 8 - 10. Pietilä, R. 2017.

LIITTEET

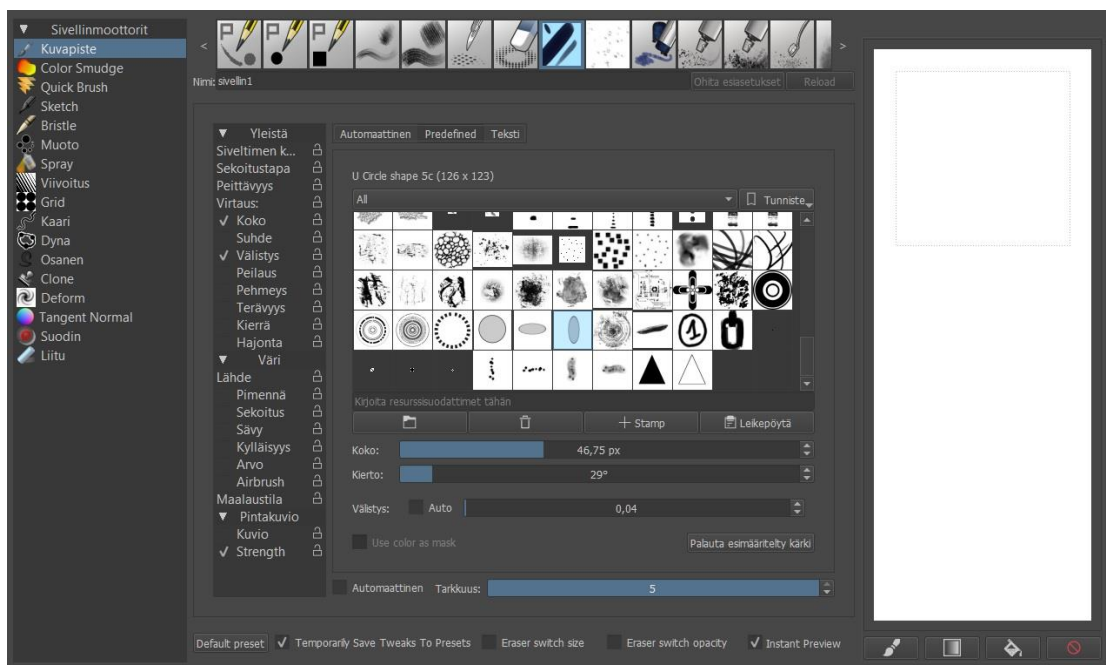
LIITE 1. Justin Holtin valmiiksi luoma 3D-malli, jolle on maalattu ja muokattu tekstuurit (Holt 2013.)



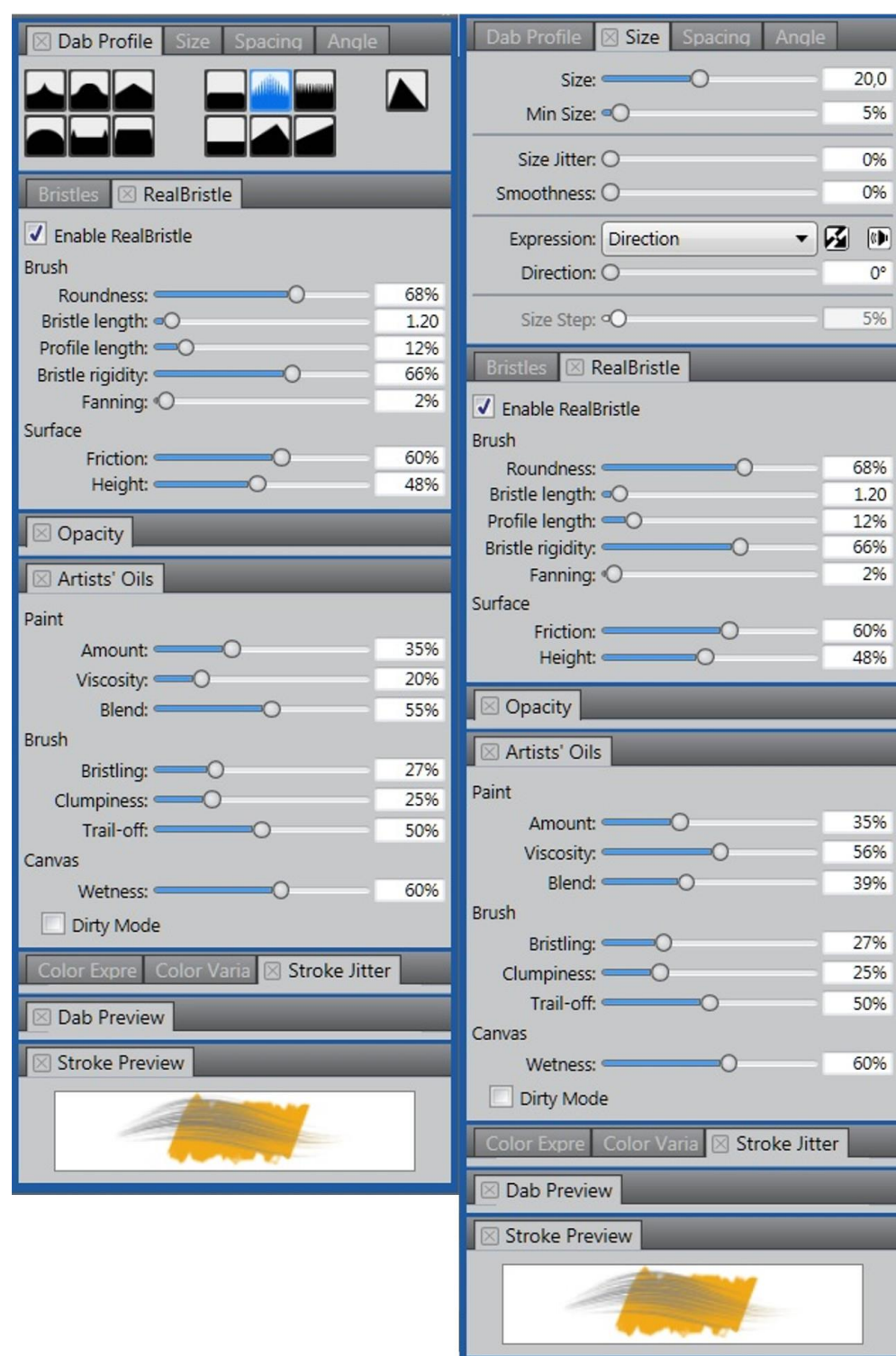
LIITE 2. GIMP -sivellineditori



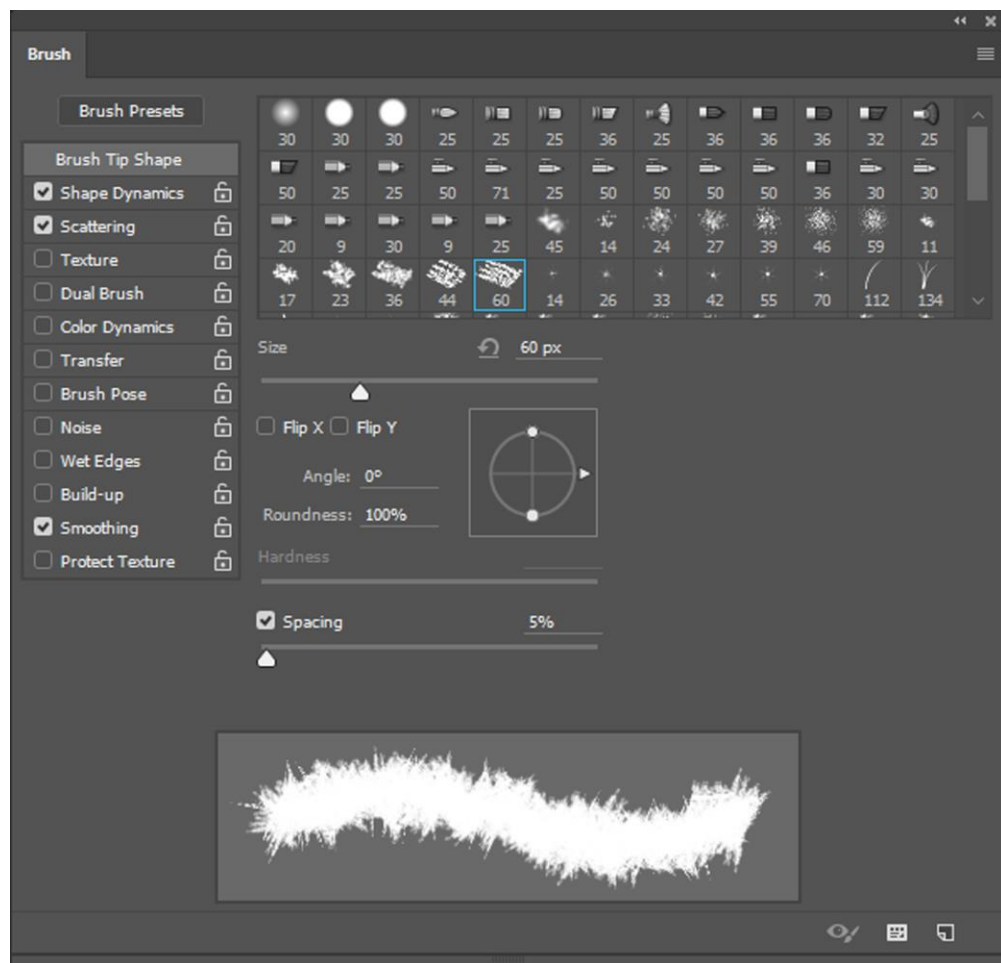
LIITE 3. Krita-sivellineditori



LIITE 4. Corel Painter 2017 -sivellineditori



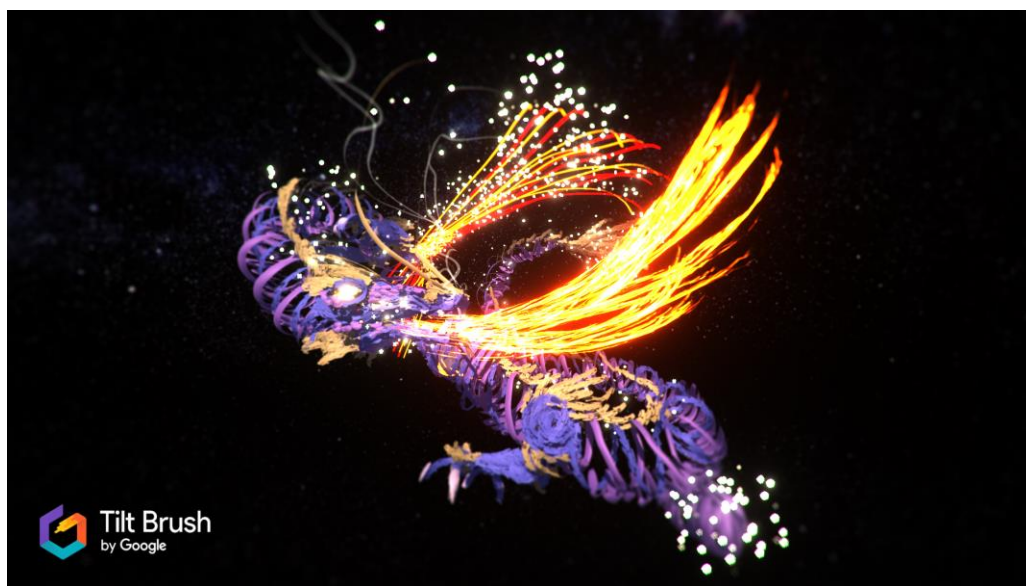
LIITE 5. Photoshop CC 2015 –sivellineditori



LIITE 6. Forest Spirit (Teeple 2016)



LIITE 7. Space Dragon (Northway 2017)



LIITE 8. Corel Painter -maalauk



LIITE 9. Tilt Brush -maalaus



LIITE 10. Krita -maalaus

